الإنشاء والعمارة

BUILDING CONSTRUCTION

د. محمد حمّـاد

مهندس معماري وأثري

الكتاب: الإنشاء والعمارة

الكاتب: د. مُحَمَّد حمّاد

الطبعة: ٢٠١٩

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٩٦٤



الناشر: وكالة الصحافة العربية (ناشرون)

٥ ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم – الجيزة

جمهورية مصر العربية

هاتف : ٣٥٨٢٥٢٩٣ _ ٣٥٨٦٧٥٧٦ _ ٣٥٨٦٧٥٧٥

فاكس : ٣٥٨٧٨٣٧٣

E-mail: news@apatop.comhttp://www.apatop.com

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means without prior permission in writing of the publisher.

جميع الحقوق محفوظة: لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي مسبق من الناشر.

دار الكتب المصرية

فهرسة إثناء النشر

حمّاد ، د. مُحَمَّد

الإنشاء والعمارة/ د. مُحَمَّد حمّاد

– الجيزة – وكالة الصحافة العربية.

٢٩٠ ص، ١٨ سم.

الترقيم الدولى: ٠ – ٩٨٤ – ٤٤٦ – ٩٧٧ – ٩٧٨

أ – العنوان رقم الإيداع : ٩٦٠٦ / ٢٠١٩

الإنشاء والعمارة





الإهداء

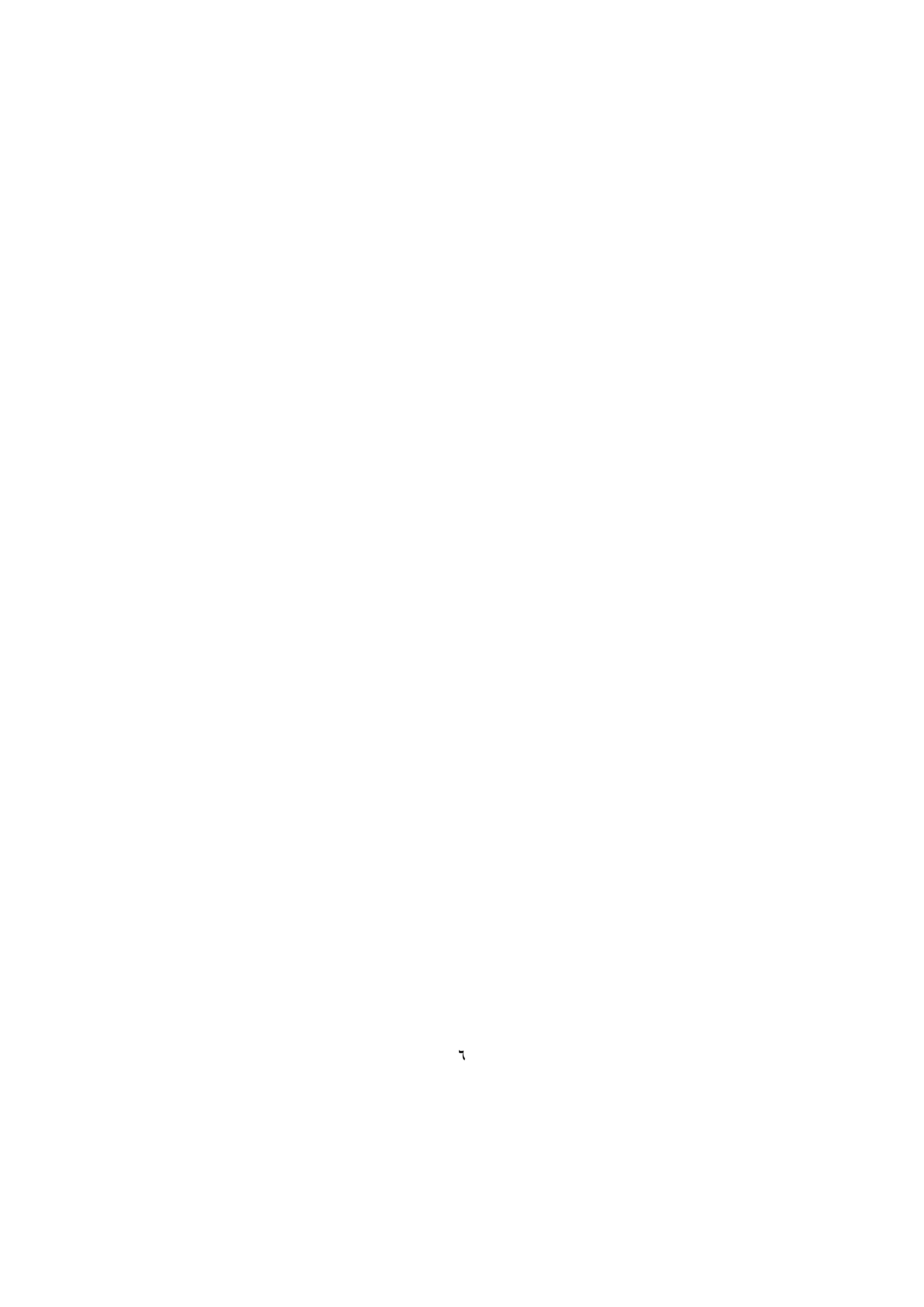
إلى كل من جاهد في سبيل العلم والفن والمعرفة...

إلى كل من كافح من أبنائنا الطلبة ليتحقق مجد بلاده...

إلى كل من يهتم بتقدم هندسة البناء في العالم العربي، أهدي هذا الكتاب، وهو لبنة في صرح دراسة المباني التي نشأت وترعرعت في حضارة وادي النيل... ثم ألقت ظلالها على جيرانه، فكانت لحضاراتهم منهلًا عذبًا ارتوت منه فنون بلاد العالم كله على مر العصور...

محمد حماد

القاهرة في ٣- ٩- ١٩٦٤



كلمة...

• إذا نظرنا إلى العمارة المصرية والبناء باللبن، أو بالطوب، أو بالأحجار... فيجب أن ننظر إليها –كما قال عالم الآثار المصرية السير بتري– كخطوةٍ أولى من خطوات البناء في العالم كله... وسنرى فيها كيف نشأت... وكيف سارت في مدارج التطور حتى وصلت إلى المرحلة الكاملة فنظر إليها العالم بعين التبجيل ونقل عنها أصور العمارة... ثم ردها إليها بعد آلاف السنين في شكل عمارةٍ حديثةٍ تعتمد في أصولها على نفس النظريات المصرية القديمة في العمارة العرضية Functional architecture التي لا تعتمد في شكلها على المظاهر الخادعة والعوامل الزخرفية، بل نراها صريحة معبرة عن حاجة الإنسان وفكره وحياته وطبائعه، ثم طبيعة المادة التي استعملها في الإنشاء.

• وعلى هذا، فيجب أن ننظر اليوم بعين الإكبار إلى تلك الأصول المعمارية التي يعتبرها العالم من إنتاج فكر الإنسان الحديث... ونعتبرها نحن تطورًا من الأصول البدائية الأولى التي سار عليها أجدادنا في العالم القديم، في أفريقيا وآسيا وفي حضارة وادي النيل... وفي حضارة بلاد ما بين النهرين... وفي حضارة سبأ بأرض اليمن...

• وكل هذه الحضارات التي نشأت في الأمة العربية حددت معالم الطريق لأصول البناء بالطوب وبالأحجار وبالمواد المختلفة. كما أنها وضعت أصول النظريات الإنشائية في فن البناء... وهناك أمثلة كثيرة يمكن أن نراها في علاقة المباني المصرية القديمة بمباني الغرب، التي نقلت عنها أصولها كتخطيط المدن

والمعابد وطرق الإنشاء والتفاصيل المعمارية المختلفة... إلا أنه يكفي هنا أن أذكر مثلًا من الأمثلة الواضحة أمامنا، هو أني قرأت في بحثٍ نوَّه عنه الأستاذ الدكتور ف. كراوس. Prof. Dr. Ing. Fr. Krauss المهندس الألماني الشهير مدير معهد تاريخ العمارة بمدرسة الهندسة العليا بميونخ، الذي تولى بالدراسة– قبل سنة ١٩٢٩– معابد بيستوم Pestum اليونانية الثلاثة القائمة، ومسحها في عملٍ استغرق عشرات السنين، واستطاع بفضل زملائه الإيطاليين أن يفحص أسس هذه المعابد في سنة ١٩٥١– ١٩٥٢. وقد أسفرت أعمال الحفر عن حقيقةٍ واقعةٍ مفاجئة هي أن الأسس تستقر فوق فرشٍ من رمال البحر المجلوبة، وأن خندقًا اقتطع في سطح الصخر المستوي لفرض الرمل، ولم يجاوز عرض الخندق عرض الأساس إلا قليلًا ولا يكاد يكون لهذا الفرض الرملي من غرضٍ سوى مقاومة هزات الزلازل...

هذه حقيقة أثبتها العالم الألماني خلال أبحاثه في مباني المعابد الإغريقية القديمة ولكن هذه الحقيقة جعلتني أعود بذاكرتي إلى قصة بناء الأساسات في المباني المصرية... إذ أنه في يومٍ من أيام عام ١٩٥٤– عندما كنت مدير الأعمال في معبد الكرنك– زار المنطقة أحد كبار المسئولين وقد استفسر عن ماهية الأساسات التي تحمل هذه المباني الضخمة التي كنا نقف أمامها... فقال أحد الحاضرين إن المصريين لم يستعملوا أساساتٍ لمبانيهم... ولكن سيادته استبعد هذا الرأي إذ أنه لا يعقل أن يكون المهندس الذي استطاع أن يبني هذه المباني الضخمة جاهلًا بصناعة الأساسات للبناء... لقد أدركت الخطأ الذي حدث وأشرت إلى أن الأساسات ظاهرة أمامنا فعلًا في الجزء الشمالي من البوابة الصرحية للمعبد التي نقف أمامها– وكنا نقوم بترميمها في ذلك الوقت– ويظهر فيها عمق المباني إلى حوالي ستة أمتارٍ تحت الأرض، منها حوالي مترين من رمال

الصحراء المجلوبة، وهي كذلك جزء من الأساسات، لتقاوم الهزات والعوامل الطبيعية المختلفة. ولما كان الاستعمال المصري لهذه النظرية في أساسات المباني سابقًا لاستعمال الإغريق لها... فإن ذلك يدعونا إلى تقدير هذا العمل الذي قام به المهندس المصري القديم كأساسٍ للنظرية التي استعملها مهندسو الإغريق فيما بعد...

● هذا.. وقد كتب كثير من العلماء والكتاب الأجانب في مراجعهم الكثير عن العمارة المصرية القديمة... فقدروها حق قدرها... ويكفي أن أذكر ما كتبه الكاتب الفرنسي الشهير بيير لوتي Pierre Loti في كتابه سقوط فيله الذي وضعه لذكر صديقه النبيل الوفي مصطفى كامل باشا، الذي لقي ربه في ١٠ فبراير سنة ١٩٠٨ في سبيل القيام بواجبه الوطني الخالد لرفع كرامة الوطن والإسلام.

●وقد قال في أسلوبٍ شاعري جميل. «إن النيل بعد أن خلق تربة مصر كان هو أبًا للسلالة التي سبقت جميع السلالات الأخرى... كتلك البراعم السريعة التي يراها الإنسان في الربيع تخرج متنوعة من الأصل... ولكنها تموت أحيانًا قبل حلول الصيف... ولقد أثبت هذا الشعب– الذي نعمل اليوم على جمع تلك الآثار التي خلفها بدهشةٍ وإعجاب– أنه شعب نضج منذ فجر التاريخ، وفي غمرةٍ همجيةٍ عالميةٍ متأصلة.. صور عظمة ذلك الذي لا نهاية له... وذلك الذي ينسب للآلهة... ثم وضع– بعد أن تحقق وبحث– تلك الخطوط الأولى لفن العمارة وقد استمدت منه فنون العمارة الموجودة لدينا الآن أصولها، كما كان السبب الأول في وضع أسس الفن وأسس كل العلوم والحكمة..».

●وإنني إذ أسجل هذه الكلمة التي كتبها الكاتب الفرنسي الكبير «بيير لوتي» فإني أسجل ما كتبه باعتباره فنانًا وشاعرًا، أحس بروعة المدنية التي خلدتها مصر القديمة، وكانت منهلًا عذبًا لحضارات البشر جمعاء...

●إن هذه المواضيع العلمية والفتية يجب أن تكون مجالًا للدراسة في أقسام البحوث بالمصالح والهيئات العلمية المعنية بآثارنا وبتاريخ العمارة، حتى تحقق تسجيل أمجادنا القديمة، وتصحح الفكرة الخاطئة التي عمد أصحابها إلى أن ينسبوا كل النظريات الهندسية إلى الحضارة الإغريقية والرومانية، متأثرين بالآراء القديمة التي جهلت الآثار المصرية، ولم تعطها حقها إلا بعد الكشف عن الآثار المصرية وحل رموز اللغة ومعرفة حضارتها الأصلية...

●وأخيرًا فإني أقدم شكري لكل من عاونني في إتمام هذا الكتاب، وأرجو أن يوفقنا الله جميعًا إلى خدمة الوطن العزيز والحضارة والإنسانية، وخدمة الشعب العربي... هذا الشعب العظيم الذي سيظل رائد الحضارة ومعلم الإنسانية...

د. م: محمد حماد

١
مباني اللبن

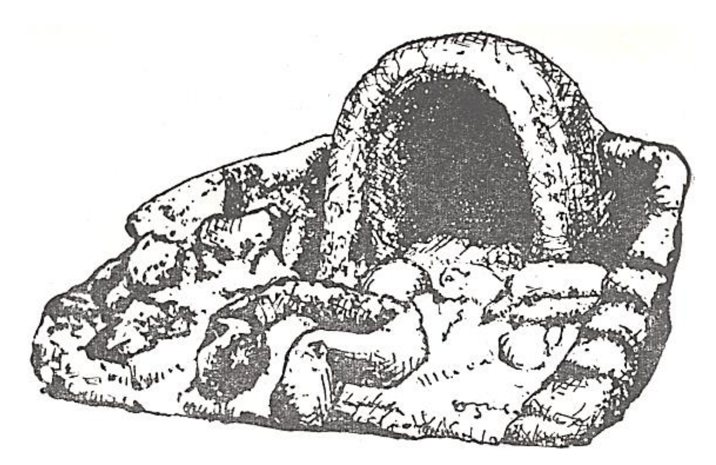
الطوب النيئ (اللبن) وتطوره:

عند الكلام عن استعمال الطوب يجب أن نذكر تطوره منذ عهد المصريين القدماء الذين عرفوا الطوب وعالجوه إلى أن أخذ شكله الحالي المستعمل الآن عندنا في القرن العشرين، سواء على شكل طوبٍ نيئ أو آجر «طوب أحمر محروق»..

والآثار المصرية غنية بالرسوم التي تشرح شتى أنواع الصناعات وفيها الكثير عن صناعة الطوب، إلا أننا قبل أن نشير إليها، يجب أن نشرح الظروف التي أدت إلى استعماله، لأن تطور المواد المستعملة في العمارة وخدمة أغراض البناء تخضع دائمًا للإمكانيات المحلية ولفكر الإنسان وحاجته... ولذلك فقد كان المصري منطقيًّا في استعماله لمواد البناء، وتطور بها حسب قانون النشوء والارتقاء.

ومن الطبيعي أن يستعمل سكان وادي النيل أنواعًا من المباني المصنوعة بالمواد النباتية والحيوانية المتوفرة لديهم، كالأكواخ البسيطة على سطح الأرض... فاستعملوا البوص وجذوع الأشجار وجلود الحيوانات

وخلافه. وكذلك بنوا أكواخًا على الأشجار، أو مرتفعة عن الأرض– في الأماكن التي تكثر بها مستنقعات– حتى يبعدوا عن أنفسهم شرور الحيوان واعتداء الإنسان في تلك المناطق. ومن الرسوم التي تشرع طريقة

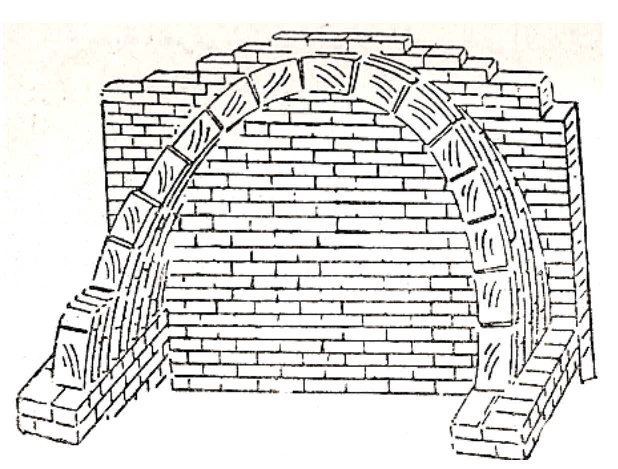


(شكل ١) نموذج مجسم لمسكنٍ بسيطٍ بسقفٍ معتود، وتعرف هذه النماذج بمساكن الروح (محفوظ بالمتحف البريطاني(

إنشاء هذه الأبنية وتوضح شكلها رسوم رحلة بونت بالدير البحري. إذ أنها تصور حياة القوم والأكواخ المبنية فوق الأشجار والتي سكنوها في تلك الأماكن التي تغمر أرضها المياه والمستنقعات..

وإن كنا في مصر لا نجد ما يشير إلى استعمال مثل هذه الأكواخ، إلا أنه من الجائز أن يكون المصري قد انتهج هذه الطريقة في العصور البدائية الأولى وقلدها بعد ذلك أهل الجنوب الذين عاشوا فيها متأخرين بألف سنة

أو يزيد عن الحضارة المصرية الدائمة التقدم... وقد شرحت هذه النقطة في بحثٍ عن تطور المسكن المصري"*" .



(شكل ٢) مباني العتد تبنى بدون فرم وهي الطريقة التي اتبعها المصري في مبانيه كما نرى في مباني الرمسيوم

(*) وقد كشف كوبيل على مباني مقبرةٍ بسقارة يرجع تاريخها إلى عهد الملك جرو هي بناء مستطيل من اللبن على سطح الأرض، وتحتوي في داخلها على ثلاثة صفوفٍ من الغرف على سطح الأرض، ويتألف الصف الأوسط من تسع غرف. أما الصفان الآخران فيتألفان من خمس غرف... ويظن أنه ربما كانت المصطبة مسقفة بالأخشاب إلا أنه قد وجد تحت الغرف السبع الوسطى من الصف الأوسط سبع غرف أخرى بنيت جدرانها بمباني الدبش وملاط الطين، كما وجدت غرفتان منها مسقفتان ببلاطاتٍ من الحجر الجيري مما يدعو إلى الظن بأن الغرفة الأخرى قد سقفت بنفس الطريقة. ولذلك فيظن البعض أن هذه المقبرة هي أقدم مثلٍ استعمل فيه البناء بالحجر الجيري... إلا أنه كذلك يجب أن نذكر أن مقابر الأسرة الأولى التي وجدت بحلوان وسور مدينة الحائط الأبيض، الذي نظن أنه قد كسي بالحجر الجيري الأبيض يجوز أن يرجع لنا ما ذهبنا إليه من أن استعمال البناء بالأحجار قد عرف منذ بداية عهد الأسرات في تاريخ مصر القديم منذ عهد الملك نعرمر.

نجد استعمال كرانيش (الجورج) أو الكورنيش المصري تظهر في مباني العهد الأتروسكي مما يدل على نقل هذه الزخرفة من مصر ثم تطورت أشكال الكرانيش في العهود المختلفة في الفن الإيطالي بعد ذلك. ونرى بعض هذه الكرانيش في متحف الفن الأتروسكي بروما.

ولما عرف القوم حياة الاستقرار في وادي النيل وعاشوا على ضفتيه، ووجدوا في طمي النيل مادةً يمكن إدخالها على مواد البناء، عمدوا إلى طلاء المواد النباتية –التي عملوا منها مبانيهم– بمادة الطين كطريقة الطوف المعروفة، عندنا الآن في الأرياف، وبخاصةً في بناء الأسوار للمساكن والحدائق والحظائر. ويرجع علماء الآثار زخرفة "الجورج" أو الكورنيش المصري إلى استعمال هذه الطريقة التي تقيد المصري بشكلها عندما قلَّد أشكال مبانيه القديمة في صناعة الأحجار التي عرفها من بداية الأسرة الأولى، أي حوالي ٣٠٠ ق. م. وتطورت حتى وصلت إلى حد الكمال في الأسرة الرابعة والخامسة...

ومن نتائج معرفة المصري لاستعمال الطين أو الطمي، الذي أتى به النيل مع مياه الفيضان، أن سعى إلى تشكيله في قوالب، وكانت مباني الطوب بعد ذلك، وبنى منها المصري مبانيه المختلفة، من سكنية بسيطة، إلى مبانٍ حكوميةٍ أو تحصيناتٍ حربيةٍ كالأسوار الضخمة التي تحمي البلدان من غارات المغيرين، وكل ذلك بطريقة البناء بالطوب النيئ الذي عرف أقدم استعمالٍ له من عهد ما قبل التاريخ المصري في حضارة نقاده في مصر العليا"[*]. ويطلق البعض على الطوب في أوروبا كلمة أدوبي Adobe وهي من التسمية المصرية القديمة التي بقيت في اللغة القبطية وتنطق توبي

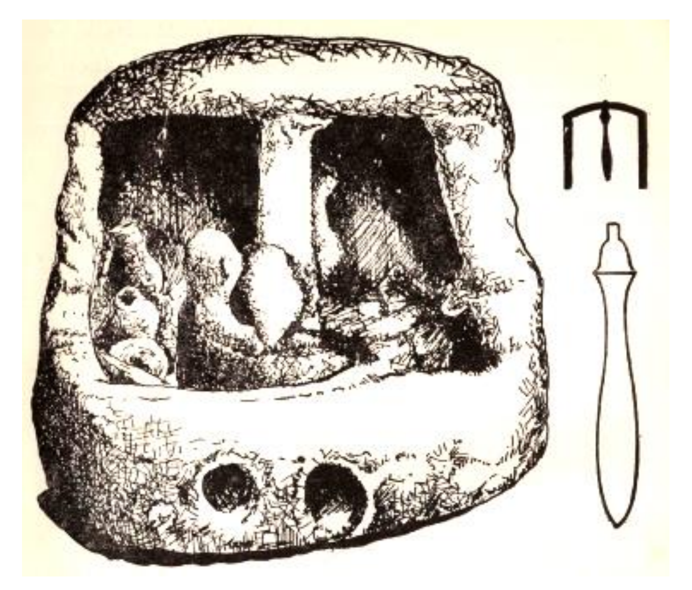
[*] نلاحظ أنه في حضارة جرزة ١ (في حوالي ٤٠ من التاريخ التتابعي للأفخار) عرف استعمال الطوب النيئ واستعمل في بناء المقابر إذ بطنت بعض حوائط مقبرة منها.. لذلك فإننا نعد هذا التاريخ من الأشياء الهامة التي كان لها أكبر الأثر في تطور البناء في الحضارة الإنسانية.

وتكتب بالقبطية TwBe هي أصل الكلمة العربية «طوب» التي نقلت إلى أوروبا عن طريق أسبانيا.

وعندنا في الحفائر بقايا لأماكن بنيت بالطوب النيئ تدل على شكل المساكن وتخطيطها. ويوجد بالمتحف المصري والمتاحف الأجنبية أمثلة كثيرة من نماذج للمساكن البسيطة المسماة بمنازل الروح، ومنها ما هو معقود الأسقف دليلًا على بناء سقفه من عقدٍ من الطوب النيئ كالنموذج المحفوظ بالمتحف البريطاني (تحت رقم ٣٢٦١٢) كما نرى في (شكل١)، ومن أشكال هذه الأسقف نرى أنها كانت



(شكل ٣) مباني المخازن المصرية القديمة بأسقفٍ معقودةٍ على شكل قبوات بدون صلبات كما نرى في الرمسيوم



(شكل ٤) نموذج مجسم من الطين لمسكنٍ مصري وقد حمل السقف على دعامةٍ كعمودٍ من الوسط. ونرى كذلك الشكل الذي استعمل في الكتابة لعمودٍ سقفٍ ثم عمودٍ مصري من أصلٍ نباتي.

تبنى باليد، أي بدون شدات أو فرم (شكل٢) كما نرى في عقود الشون بالرامسيوم وهي أسقف معقودة على شكل قبوات (شكل٣).

وهذه الطريقة مستعملة إلى الآن في جهة بلاد النوبة وأسوان، كما استعملها الزميل المهندس حسن فتحي في بناء القرية النموذجية بالقرنة، وتختلف عن طريقة بناء العقود بالشدات المستعملة الآن...

ونجد كذلك شكلًا آخر لنموذجٍ مبني من الطين بسقفٍ من المواد النباتية موجود بالمتحف البريطاني (تحت رقم ٢٣٧٨٢) ومحمول سقفه بعمود (شكل ٤)، وهذا دليل على أن سقفه من عوارض ومواد نباتية

كسعف النخل مثلًا وتطلى بالدهاكة الطينية، وهو يماثل الشكل المعروف في الكتابة المصرية عن الكوخ، أو صالة يتوسطها عمود... ويكتب بالهيروغليفية وينطق ساح. ويمكن أن نرى أن نفس شكل العمود والكوخ المرسوم هنا في المكمل اللفظي للكلمة المصرية، هو الشكل الموجود في النموذج السابق ذكره المحفوظ في المتحف البريطاني. كما أننا نلاحظ كذلك أن شكل العمود الحامل لسقف الكوخ يماثل شكل العمود المعروف في اللغة المصرية القديمة وتكتب بالهيروغليفية وتنطق «عا»، ونستنتج من شكل المكمل اللفظي للكلمة– المرسوم بشكل فرع شجرة– أن العمود كان في الأصل من موادٍ نباتية من الأشجار.

أما مباني الأسوار الضخمة من الطوب النيئ فيوجد منها أمثلة كثيرة حول المعابد، وكثير منها قد تهدم لأن الناس كانوا يتبعون طريقةً سهلةً للمباني المتأخرة فيأخذون الطوب من المباني القديمة ويستعملونها في مبانيهم الحديثة، أو يعمدون إلى تخريب المباني الأثرية القديمة لعد الحروب وخلافه... وقد نعذر رجال العهود القديمة لهذا التصرف إلا أننا لا نستطيع أن نعذر رجال القرن العشرين والعالم المتمدين الحديث إن علمنا مثلًا أن السيد مايلز لامبسون قد بني استراحةً بكوم أوشيم من الطوب الأثري الموجود بالمنطقة فأضاع معالم الآثار... أو أن الخبراء الفرنسيين الذين حضروا لمصر لصيانة الآثار وترميمها قد استعملوا أحجار الثلاثيات– من آثار إخناتون– لبناء استراحة ومكاتب بالكرنك، أو أن نابليون أراد أن يهدم الهرم الأكبر أحد عجائب الدنيا بقنابله بعد أن انتصر في حربه كما يفعل المتبربرون...

وعلى العموم فإن لدينا في ما يصور لنا شكل الأسوار القديمة على الرسوم بالأختام من عصر ما قبل الأسرات والعهد العتيق. وكذلك نرى تسجيل رسم الأسوار على اللوحة الموجودة بالمتحف المصري والمعروفة باسم لوح المدائن من أواخر عصر ما قبل الأسرات (شكل ٥) إذ نرى فيها بعض المدن المحاطة بأسوارٍ ضخمةٍ للحماية، إلا أن الآلهة التي تساعد الملك في الحرب تحاول كسر هذه الأسوار بمعاولها... وقد

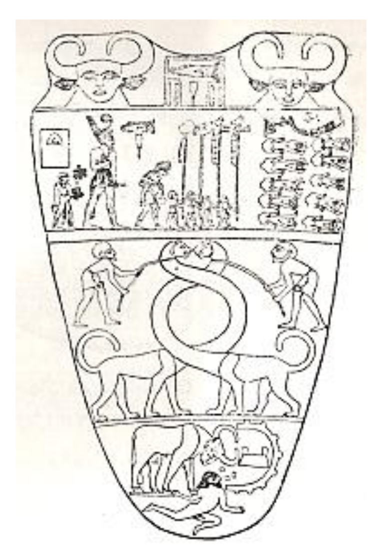


(شكل ٥) لوحة المدائن وقد سجل عليها أشكال أسوار بعض المدن المصرية المبنية بالطوب النيئ "محفوظة بالمتحف المصري"

شرحت هذه اللوحة في كثيرٍ من المراجع إلا أن العالم الإيطالي جالاس قد شرحها شرحًا وافيًا في كتابه عن التحنو. كما توجد كذلك رسوم الأسوار المبنية بالطين على لوحةٍ أخرى محفوظة بمتحف اللوفر بفرنسا، وفي بعض القطع الأخرى الموجودة بالمتحف المصري بالقاهرة كلوحةٍ نعرمر التي تصور على إحدى واجهاتها شكل سور مبني من الطين وعلى الوجه الآخر سور مكسو بالأحجار. ومن هذه الرسوم نرى أسوار المدينة المصرية بشكلٍ بيضاوي أو شكلٍ رباعي تقريبًا مستدير الأركان بما يدل على أن هذه الأسوار كانت مصنوعة من الطوب النيئ قبل أن يكسو المصري أسوار مدائنه بالحجر الجيري الأبيض في الأسرة الأولى كما شرحت في مقال نشر عن سور مدينة الحائط الأبيض.

أما عن الأسوار الباقية إلى الآن فيبلغ ارتفاع بعضها إلى حوالي ١٥ مترًا وقد يصل العرض إلى ٢٥ مترًا كما نرى في الأسوار الموجودة بتانيس–

المدينة التي بناها رمسيس الثاني– الذي عرف بحبه لتشييد المباني والتماثيل الضخمة التي تعبر عن قوته، وكذلك في أسوار المعابد التي تعد مدنًا للعبادة كأسوار الكرنك. وكان المقصود من هذه الأسوار الضخمة الحماية، وكذلك قد يكون لها غرض



(شكل ٦) الوجه الأول من لوحة نعرمر وفي أسفله شكل ثور يمثل قوة الملك نارمر وهو يكسر سور مدينة الأعداء بقرنيه بينما يطأ أسيره بقدميه

سيكولوجي هو إظهار قوة الملك حتى لا يجرؤ على التعرض له أي إنسانٍ من الشعب...

ونلاحظ في المباني المصرية البدائية التي صنعت من الطوب النيئ أنها بنيت على أساس الرباطان (شكل ٨)، كما لاحظ المصري أن يكون شكل هذه الأسوار وصناعتها متفقًا مع طبيعة المادة بحيث لا يؤثر عليها انكماش المادة عند جفافها، أو تأثرها من فرق درجات الحرارة، فعمل فواصل تمدد

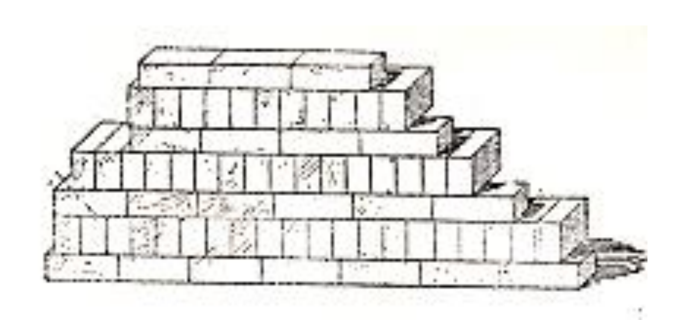
أو تقويس إلى أعلى وإلى أسفل، كما نرى في حائطٍ من اللبن بالسكاب والكرنك وكوم السلطان ومدينة هابو وغيرها.

وهناك طريقة أخرى استعملها المصري كذلك في مباني الطوب بدلًا من فواصل التمدد، وهي عمل حوائط متعرجة Undulating brick girdle walls وما زال بعض الآثار باقيًا لهذا النوع من الحوائط كما نرى بحائطٍ من الدولة المتوسطة بمزغونة (شكل ٩) وقد كتب عنه بتري.

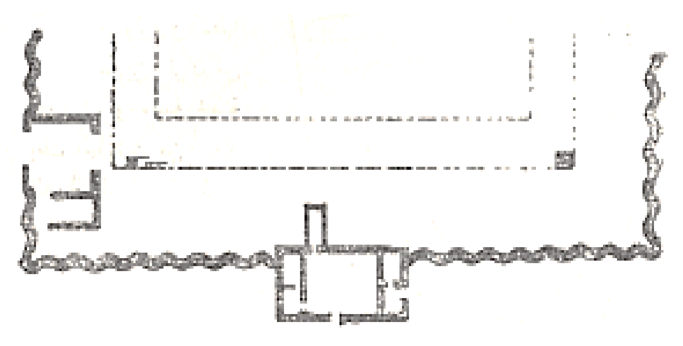


(شكل ٧) الوجه الثاني من لوحة نامر ونرى في أسفلها شكل أسيرين بقربانٍ من حصنٍ أو مدينةٍ محصنةٍ يغلب أنها بنيت من أسوار اللبن المكسوة بالأحجار.

وكذلك في أبيدوس وفي بلاد النوبة أمثلة أخرى... وفي بعض الأحوال كذلك حافظ المصري على الأشكال القديمة التي عرفها من استعمال مواد الأخشاب ونقلها عندما انتقل إلى صناعة اللبن، فعمل شكل دخلاتٍ وخارجاتٍ كما نرى في مباني الدولة القديمة في مصاطب أهرام الجيزة وسقارة. وعندنا أمثلة على طريقة تعشيق الخشب التي نقل عنها هذا الشكل المعروف في الآثار باسم الدخلات والخارجات كما ذكرنا Form of paneling في الحوائط الخشبية التي وضعت في طرخان (شكل ١٠، ١١) ونشر عنها "بتري".



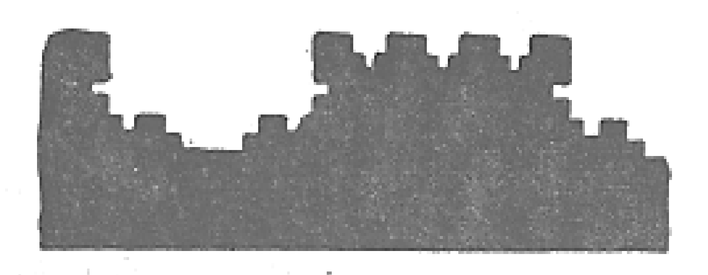
(شكل ٨) حائط من اللبن من المباني المصرية القديمة
مبني على أساس استعمال الرباط لتماسك البناء.



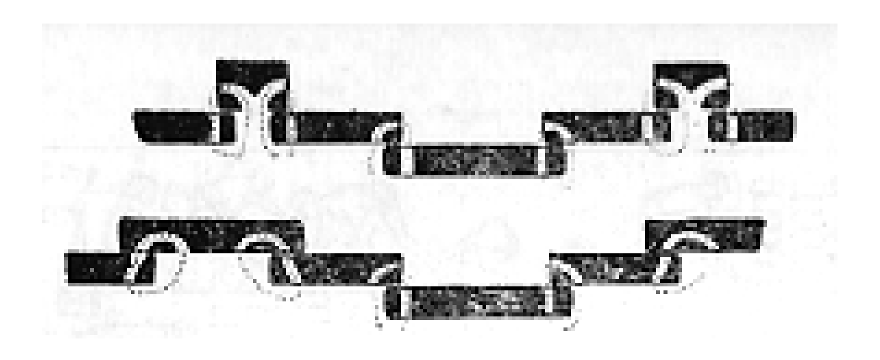
(شكل ٩) حائط معرج حول هرم من الدولة المتوسطة بمزغونة.

ويعتقد بيروت وشبيتز أن المصري استعمل الرباطات في مباني الطوب العادية والأهرامات الضخمة (شكل ١٢).

كما أنه كان من الطبيعي أن يلجأ المصري إلى حماية مباني الطوب اللبن عندما وجدها لا تتحمل كمباني الأحجار –التي تكلفه الجهد والمال الكثير– فعمد إلى كساء مباني اللبن بالأحجار، كما نرى في مباني أهرامات دهشور (شكل ١٣) التي نشر عنها دي مورجان في كتابه عن حفائر دهشور.

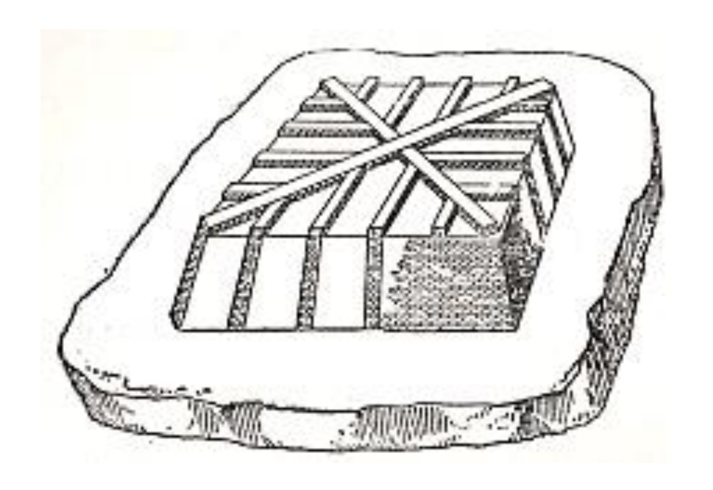


(شكل ١٠) مسقط جزءٍ من حائطٍ من الطوب النيئ (اللبن)
من مباني مصطبية من عهد ما قبل التاريخ في طرخان.

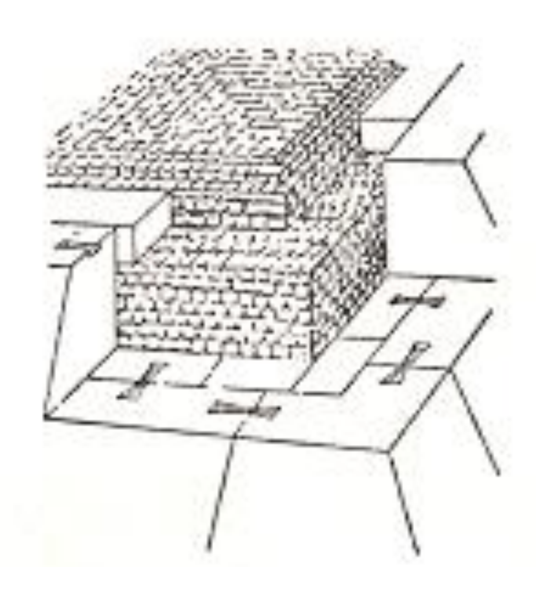


(شكل ١١) مسقط جزءٍ من حائطٍ خشبي مربوط برباطاتٍ من الجلد وجد بمقبرةٍ بطرخان

ويظن أن هذا الشكل هو أساس بناء الحوائط ذات الدخلات والخارجات من اللبن

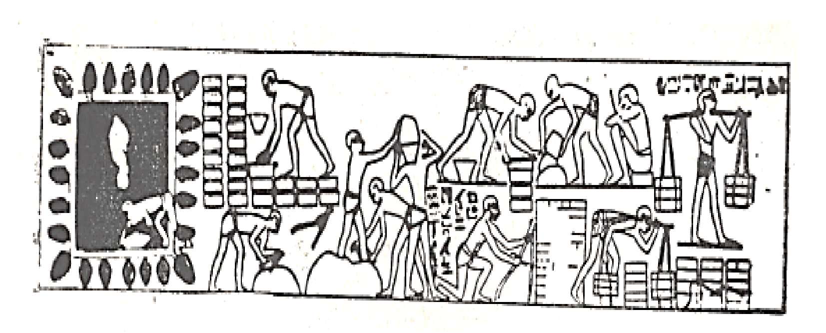


(شكل ١٢) رسم لطريقة رباط مباني الطوب في هرم اللاهون



(شكل ١٣) الكساء بالأحجار لمباني الطوب بهرم دهشور.

وكان من الطبيعي أن يستعمل المصري كذلك الحوائط من نفس مادة الطين ويحاول ربط المباني بعضها- سواء في الأساسات أو في البناء نفسه- بقطع



(شكل١٤) رسم يبين صناعة الطوب عن رسوم مقبرة رخمارع من الأسرة الثامنة عشرة

طويلة من الأخشاب أو المواد النباتية كالحفلة والبوص والجريد وما مشاكل ذلك.. وكانت توضع في الوضع الطولي والعرضي بين صفوف المداميك المختلفة بغرض التقوية ومنع التشقق، وقد وجد استعمال هذه الطريقة في حوائط الكرنك وبعض مباني الدولة الحديثة.

أما عن صناعة الطوب نفسه فلدينا بعض الرسوم والنماذج التي تشرح طريقة عمل الطوب.. وأما عن تركيبه فأهم مرجع هو الطوب نفسه وقد حفظ لنا منه الكثير في آثارنا المصرية، كما أن صناعة الطوب الآن ترشدنا إلى ما كانت عليه هذه الصناعة في عهد أجدادنا منذ أقدم العصور بوادي النيل، إذ أنها لم نتغير بالرغم من مرور أكثر من خمسة آلاف سنة على استعمالها.

ولدينا في رسوم مقبرة رخمارع الشهيرة نموذج لصناعة الطوب في عهد قدماء المصريين (شكل ١٤)، وقد نشر عنها نيوبري. ونرى في تلك الرسوم بركة ماء وعاملين يملآن منها. ويلي ذلك خلط الماء بالطين وتقليبه بالفأس ثم يحمل العمال العجينة– بعد تخميرها طبعًا– إلى العامل الذي يشكلها بشكل قوالب الطوب ثم توضع بعد ذلك في صفوف لتجب. وهناك نموذج مجسم آخر لصناعة الطوب محفوظ بمتحف برلين ويمثل العمال وهم يقومون بضرب الطوب.

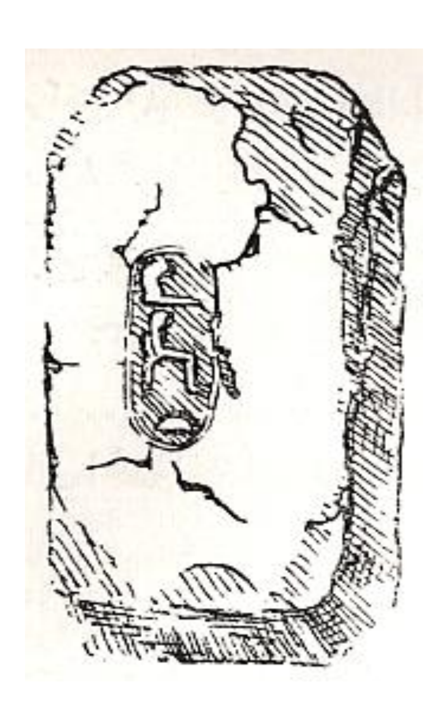
أما القوالب الخشبية التي يشكل بواسطتها الطوب فقد وجد أحدها باللاهون من الأسرة ١٢ بالدولة المتوسطة، وسنذكره عند ذكر أدوات البناء. ومن حجم هذا القالب ومقاسات الطوب نفسه يسهل علينا معرفة أحجام الطوب التي كانت مستعملة في مصر القديمة. ويجدر بنا ملاحظ أن الأحجام التي كان يصنع منها الطوب المستعمل لأغراض المباني السكنية غالبًا ما كانت أصغر من الطوب المستعمل في المباني العامة أو الحكومية فالأول حجمه ٢٣ × ١١,٥ × ٧,٥ سم تقريبًا، أما الثاني فحجمه أكثر من الضعف. ومن أكبر الأحجام ما وجد في منفيس بمقاس ٣٠ × ٤٥ × ٩٢ سم تقريبًا.

ويجدر بنا أن نورد هنا في الجدول التالي بعض مقاييس الطوب النيئ "اللبن" من العهود المختلفة القديمة:

العصر	الطول	العرض	الارتفاع	المنطقة
العصر الطيني	٠,٢٩ إلى ٠,٢٦	٠,١٣ إلى ٠,١٢	٠,٠٧٥ إلى ٠,٠٧	نقادة
الدولة القديمة	٠,٩٢٥ إلى ٠، ٧٤	٠,٥٠ إلى ٠,٤٥	٠,٣٠ إلى ٠، ١٥٥	ميدوم
الدولة المتوسطة	٠,٩٠ إلى ٠,٦٥	٠,٦٠ إلى ٠,٤٠	٠,١٨ إلى ٠,١٣	منفيس
الدولة المتوسطة	٠,٣٠٥ تقريبًا	٠,١٥	٠,٠٧٥	النوبة
الدولة الحديثة	٠,١٨ إلى ٠,٧٢	٠,٤٠ إلى ٠,٣٣	٠,١٨٥ إلى ٠,١٤٥	بوبسطة
الدولة الحديثة	٠,٣٧٥ تقريبًا	٠,١٩	٠,١٦٥	السكاب
الدولة الحديثة	٠,٤٠ إلى ٠,٣٥	٠,٢٠ إلى ٠,١٨	٠,١٥ إلى ٠,١٢٥	الكرنك
الدولة الحديثة	٠,٣٥ إلى ٠,٣٠٥	٠,١٨ إلى ٠,١٥	٠,١١٥ إلى ٠,٠٩	أرمنت

ومن هذا نرى أن المصري يتقيد بحجمٍ خاص كوحدةٍ لعمله. بل اختلفت أطوال الطوبة حسب مكان وزمان صناعتها.. ومن الملاحظ كذلك وجود علامات الأصابع على القوالب حتى تساعد على تماسكها جيدًّا مع المونة.. كما وجد على بعضها أختام تسجل اسم المصانع أو صاحب العمل، كما أنها كذلك تساعد على التماسك كالأختام التي تعمل الآن على الطوب (شكل ١٥).

أما عن المواد التي صنع منها المصري الطوب فأهمها مواد التربة نفسها التي تتفاوت فيها كمية الطمي والرمل بحسب طبيعة المنطقة، وفي بعض عينات الطوب



(شكل١٥) طوبة عليها خاتم داخل خرطوش

نرى نسبةً من الحيب أو المواد النباتية كمتبن القمح أو الحلقة أو أساس الكتان حسب ما يوجد بالمنطقة، وهي تعجن بالطين وتترك لمدة يومٍ أو يومين لتعطن (أو تخمر كما يقال الآن) وبذلك تفرز في المزيج المواد الغروية الموجودة بها والتي تساعد على تماسك الذرات بالإضافة إلى أن أجزاء التبن أو الساس تكون عاملًا لربط أجزاء الطوبة ربطًا ميكانيكيًّا... وكذلك قد يضاف روث البهائم ويعطي نفس النتيجة لأن بقايا المواد

النباتية به تساعد على الربط الميكانيكي كما أن المواد الغروية به وإفرازات غدد الحيوان نفسه قد يكون لها تأثير في ربط ذرات التربة وتثبيتها وإيجاد تفاعلٍ كيماوي مع مواد التربة، أو على الأقل فإن الإفرازات السيلوزية في روث البهائم تساعد على التثبيت وتقوية الطوبة وتكسبها مرونة.

بقي عليَّ أن أذكر بعد ذلك أنني وجدت أن بعض عينات الطوب بها جير وقد يكون موجودًا بالتربة أو يكون قد خلط في التركيب عمدًا لغرض محاولة التقوية. وعلى العموم فإن الأبحاث المختلفة في هذا الباب من العمارة الطينية وطرق تثبيتها وربطها، وفي كثيرٍ غيره من شئون الهندسة النباتية في مصر القديمة لم تدرس درسًا كافيًا لعدم اهتمام العلماء الأجانب بهذه الناحية في حفائرهم، وعدم تمكن العلماء المصريين من إيجاد سبل الدراسة الجدية بسبب عهود الاحتلال التي مرت على مصر فأفسدت مرافق الحياة فيها.

وهنا قبل أن نختتم هذه الكلمة البسيطة عن الطوب نريد أن نسأل أنفسنا هل عرف المصري الطوب المحروق..؟ وهل استعمله...؟ ولماذا...؟

يقول بتري أنه من الثابت في الآثار أن الطوب المحروق لم يستعمل في مصر قبل عهد الاحتلال الروماني. ولو أنه قد عرف في آسيا قبل ذلك في حضارة بين النهرين وحضارة الهند.. ولكن وجد في الآثار المصرية مبان من طوبٍ محروقٍ نتيجةً لحرائق لاحقة للبناء. ولكن لماذا لم يستعمل المصري الطوب المحروق بالرغم من أنه عرف صناعة الفخار منذ فجر التاريخ..،

وبالرغم من أن الحضارة المصرية كانت متصلة دائمًا بحضارة آسيا التي عرفت صناعة الطوب المحروق واستعملوه قبل مصر؟

ولتفسير هذه النقطة يجب أن نذكر أن المصري محافظ إلى حدٍّ كبيرٍ على تقاليده وعاداته، وبخاصةً ما كان منها متصلًا بعاداته وعبادته... كما كان منطقيًّا في تفكيره الهندسي الذي اتجه دائمًا إلى العمارة الغرضية... فمنزل الإنسان الذي يعيش في جو مصر الحار يجب أن يقيه حرارة الشمس، ولذلك فإن أحسن مادةٍ كانت في تناول يده هي الطين الذي تكون الأمكنة المصنوعة منه باردة صيفًا حارة شتاءً، وذلك لأنه مادة عازلة جيدة، وقوة عزله للحرارة أكثر من الطوب الأحمر، كما أنه أسهل في الصناعة... وأوفر في التكاليف.

أما من جهة المتانة فلم يهتم المصري بها لأن بيت الدنيا الزائلة بيت زائل بخلاف بيت الخلود أو المقبرة التي تمثل مسكن الإنسان في الآخرة فقد صنعها من موادٍ أصلب لتعيش مع حياته الأبدية كما شرح (شارف).

وهذا ما جعله يحفر مقابره في الصخر ويجلب لها أحسن الأحجار بعد أن عرف صناعتها... أما بيت الآلهة فكانت تصنع أيضًا من الأحجار حتى تبقى مهما طال الزمان... وبجوار ذلك فإننا نرى مساكن الكهنة في تلك المعابد من الطوب النيئ على شاكلة المساكن العامة التي تبنى من دورٍ أو اثنين أو ثلاثة بنفس مادة الطوب النيئ.

ومن هذا يجوز أن نقرر أن المصري الذي عرف استعمال المواد الصلبة كالأحجار وعرف حريق الطين، بل وكان متصلًا بالحضارات الآسيوية المجاورة التي استعملت الطوب المحروق ولم يحاول إلا استعمال مادة الطين لأنها تفي أغراضه البنائية... كما أن الطوب النيئ الذي يمثل مادة الطمي هو أساس رخاء أرض مصر وخصبها، وكان المصري يسمي بلاده بالأرض السوداء نسبةً إلى أرضها من الطمي الأسود لما يحويه ماؤه من طمي الفيضان. وما زال في عادتنا المصرية إلى الآن كثير من الاحترام للنيل رمز الحياة ورمز الإخصاب الذي توارثناه من التقاليد المصرية القديمة"[*].

(*) إن حياتنا مرتبطة بكثيرٍ من العادات والتقاليد المصرية القديمة وخاصةً المرتبط منها بالحياة... ولمادة الطين في حياتنا احترام خاص لصلتها بحياتنا وعقائدنا... فالطين هو مادة الطمي التي يجلبها النيل في الفيضان فتخصب الأرض وتجلب الرخاء... والطين هو المادة التي أدخلها المصري في عقائده الدينية كبداية خلقٍ للبشر، فصور الإله "خنوم" الإله الخالق يجلس أمام عجلة الفخار ليصور الإنسان من الطين، ومن الصلصال كالفخار... والطين هو المادة التي نجدها مخلوطة من ماء النيل – رمز الخير والإخصاب– مما جعل القوم ينظرون إلى مائه وما علق به من موادٍ طينيةٍ على أنه غذاء.

ولذلك فإن الناس يشربون من هذا الماء بطميه ويغتسلون به ويتمسكون به لاحترامهم لإله النيل وهو إله الأخصاب الذي لا يزال مائلًا في عقائد بعض أهل القرى، فترى القرويات يقدمن "للملك البحار" بعض النذور ويوقدون له الشموع التي توضع على النيل أثناء الغروب ليستجيب لدعواتهن الخاصة بالزواج أو النسل "ونلاحظ أن مادة الطمي أو الغرين تحتوي في تركيبها على بعض المواد والأكاسيد التي يحتاجها الجسم البشري في تركيبه على أكسيد الألومنيوم، وأكسيد الحديد، وأكسيد الفسفور والجير والمغنسيوم والبوتاس والصودة وكلوريد الصوديوم وغيرها... مما يدخل الآن في تركيب الأدوية المقوية للأم وللجنين في حالة الحمل...".

وزيادةً على ذلك فإن الفلاح يميل إلى البناء بمادة الطين لأنها توفر له المسكن الذي يناسب حاجته، وتعزل الحرارة في الصيف وتوفر الجو الدافئ داخل المسكن في فصل الشتاء. وإلى جوار ذلك فإنها في متناول يده لسهولة الحصول عليها وسهولة العمل بها بما يتناسب مع إمكانية المادية..

ومن هذا نرى أن المصري ارتبط بفكرة البقاء بالطوب اللبن أو الطين غير المحروق الذي يكفي له مقتضيات حياته... وإن تطور فلا يمكن أن يتطور طفرةً واحدة، بل يجب أن تتطور معه فكرة ومقتضيات الحياة نفسها... كما أننا يجب أن نرى هنا أن المصري قد ارتبط بمادة الطوب النيئ أو اللبن لفكرةٍ أو عقيدةٍ وحاجة، وليس عن جهلٍ بمادة الطوب المحروق التي استعملت في الحضارات الشقيقة التي لا يتوافر فيها وجود الأحجار للبناء... كما أننا كذلك يمكن أن نرى ما كتبه (بتري) عن استعمال الطوب الأحمر في بعض الأماكن في حالاتٍ نادرةٍ في مباني الأسرتين التاسعة عشرة والعشرين في بلدتي لبشة ودفنة. وهذا القول وحده ينفي ما جاء به في مواضع أخرى من عدم معرفة المصري لحرق الطين وعمل الفخار منذ أقدم العصور... ويمكن أن نضيف كذلك إلى هذا أن الزميل الدكتور مُحَمَّد عبد القادر قد وجد في حفائر الأقصر بعض قوالب من الطوب الأحمر وقد ختم عليها بخاتمٍ ملكي داخل خرطوش يحمل اسم الملكة المصرية «إيزيس أم خب» من الأسرة ٢١ في بقايا جدارٍ من الطوب الأحمر أمام معبد الأقصر على نفس مستوى المعبد. وقد قرر المعمل الكيماوي أن حريق الطوب كان قبل الاستعمال. كما أن المهندس «روبيشون» قد وجد كذلك بعض قوال الطوب الأحمر مستعمل في تبليط أرضيةٍ في معبد «صولب» ببلاد النوبة من عهد أمنوفيس الثالث مما يدل على استعمال القوم للطوب النيئ في عمل المباني لا يعني عدم معرفة الطوب الأحمر، بل إنهم استعملوه استعمالًا مناسبًا في الأرضيات لتحمله للاحتكاك.

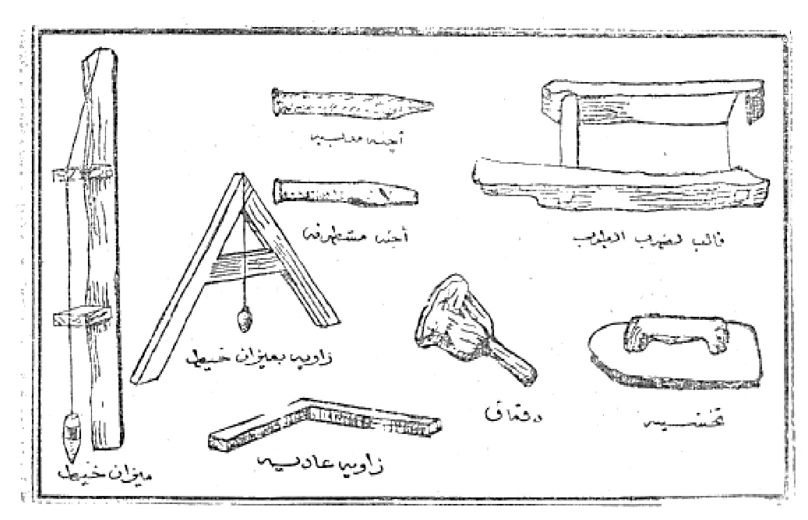
الأدوات في تاريخ البناء:

نرى في الآثار المصرية بعض الأدوات التي كان يستعملها المصري منذ أقدم العصور (منذ أكثر من خمسة آلاف سنة)، وهي محفوظة بالمتحف المصري بالقاهرة والمتاحف العالمية، ويمكن أن تتبين منها طريقة صناعة الطوب بواسطة القوالب الخشبية (شكل ١٦) وهو نفس الأسلوب المستعمل حتى الآن. وكذلك الأدوات المستعملة في البناء وهي الفأس الذي استعمل في الحفر، وميزان الخيط الذي استعمل لضبط المداميك ورأسية أوجه الحوائط، وزاوية بميزان خيطة وقد استعملت لضبط أفقية المداميك في البناء بدلًا من ميزان الماء أو روح التسوية، والأجنة المدببة، والأجنة المطرقة، والزاوية، والدقماق، والتخشينة للبياض.

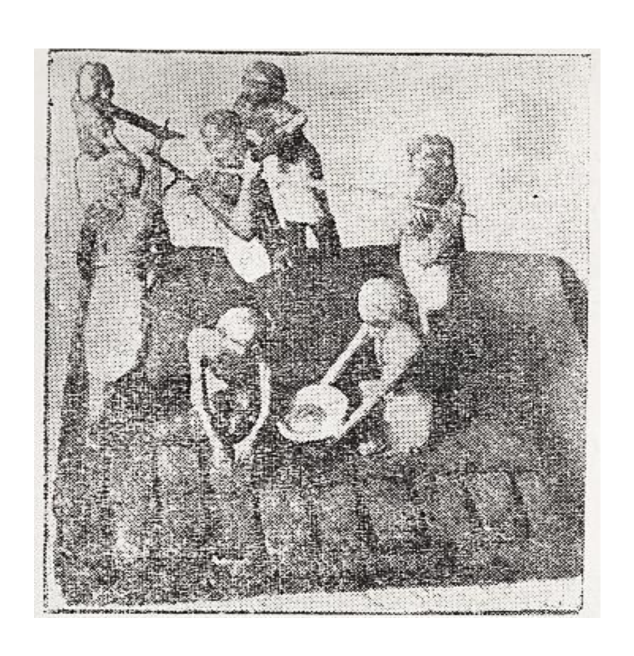
وقد وجد في بعض الرسوم المصرية بمعبد إدفو مناظر احتفال بتشييد البناء (وضع الحجر الأساسي). ونرى هنا الملك نفسه يقوم بتحديد الأرض للمعبد مع الإلهة «سشات»، ثم نراه يضرب الفأس الأولى ثم يسكب الماء في حفرة الأساسات، يضرب الطوبة الأولى لمباني المعبد... وقد وجدت كذلك بعض الرسوم لعملية القياس لتحديد المساحة بواسطة حبلٍ كالقياس بالشريط عندنا اليوم.

ويوجد كذلك نموذج فريد في متحف برلين وهو نموذج مجسم لبعض العمال أثناء العمل في ضرب الطوب، وهو يماثل الرسم المشهور لطريقة ضرب الطوب عند قدماء المصريين الذين وجد منها عهد تحتمس الثالث

(شكل ١٧)، وهو يبين عاملًا يأخذ المونه من القروانة ويضرب الطوب، ويعاونه مساعده الذي يحمل «القروانة»، وخمسة من العمال يحملون المواد إليه... وهذا المنظر لا يختلف عن طريقة ضرب الطوب المستعملة عندنا حاليًا في الأرياف (شكل ١٨).



(شكل١٦) بعض الآلات المصرية التي استعملت في عمل الطوب
وفي البناء (عن نماذج محفوظة بالمتحف المصري)



(شكل١٧) نموذج مجسم لصناعة الطوب عند قدماء المصريين (محفوظة بمتحف برلين)



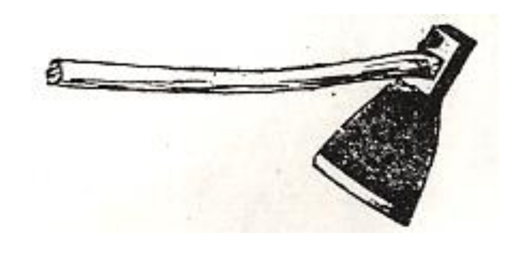
(شكل١٨) طواب يضرب الطوب بالأقصر ونرى الشبه الكبير

بين هذا الشكل وشكل الطوب في النموذج المصري القديم المحفوظ بمتحف برلين

أما الأدوات التي تستعمل الآن في المباني فهي متأثرة إلى حدٍّ كبيرٍ بالأدوات القديمة التي سبق أن شاهدناها في الآثار المصرية حسب استعمالها وهي:–

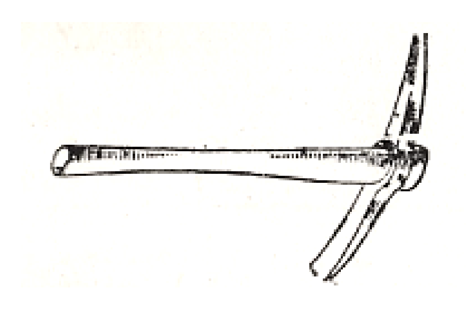
١– قالب ضرب الطوب وهو قالب خشبي بنفس الشكل المصري القديم ويستعمل بنفس الطريقة حتى الآن في صناعة الطوب النيئ قبل الحريق.

٢– الفأس وله رأس من الحديد بحافةٍ حادة ويركب فيه يد خشبية ويستعمل في الحفر (شكل ١٩).



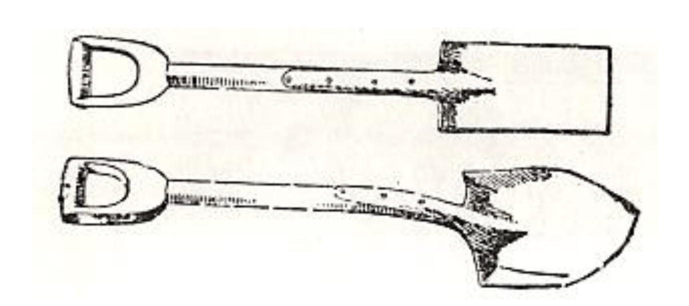
(شكل١٩)

٣– المعول ورأسه الحديدية لها طرفان ويختلف شكل هذين الطرفين بين المبطط والمدبب وللمعول كذلك يد خشبية ويستعمل في حفر التربة الصلبة أو تكسير الصخور (شكل ٢٠).



(شكل٢٠)

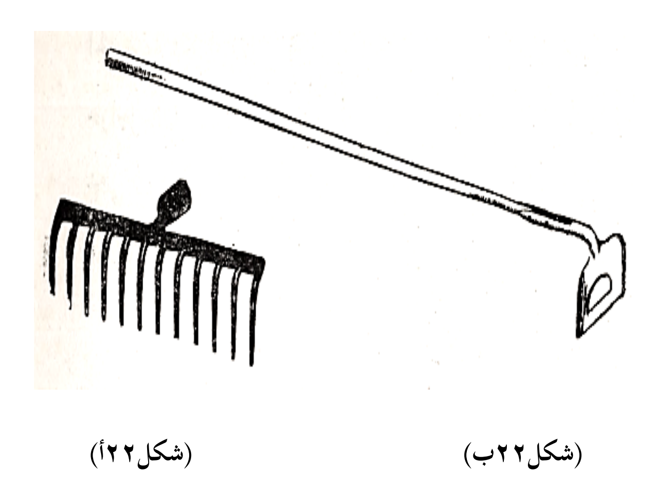
٤- الكوريك ورأسه من الصلب ذات حافةٍ مدببةٍ أو مستديرةٍ أو مستقيمةٍ حسب الحاجة إليها حسب طبيعة العمل أو الأغراض التي تستعمل فيها كحفر التربة في الأساسات مثلًا، أو تقليب المونة وتعبئة مواد البناء كالرمل والزلط (شكل ٢١).



(شكل٢١)

٥- الشوكة ولها رأس من الصلب بأصابع مبططة ذات أطرافٍ مدببة وتركب في يدٍ من الخشب. وهي في الأصل تستعمل لتوضيب الحدائق إلا أن العمال عندنا يفضلون أنها تستعمل أحيانًا في تقليب الخلطة

الخرسانية أو تعبئتها في مواضعها «٢٢ أ» إلا أننا نجد في الخارج أداةً أخرى مخصصة لتقليب المونة وقد عملت حافتها مستوية وفوقها فتحة لسهولة استعمالها (شكل ٢٢ ب).



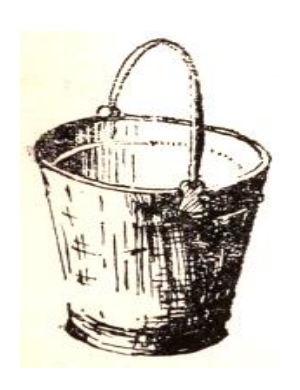
(شكل٢٢أ) (شكل٢٢ب)

٦- المقطف وهو عادةً مصنوع من الخوص المجدول إلا أنه قد استعملت حديثًا مقاطف من أجزاءٍ من الإطارات الخارجية للسيارات وهو يستعمل كوعاءٍ لنقل الأتربة ومواد البناء (شكل ٢٣).



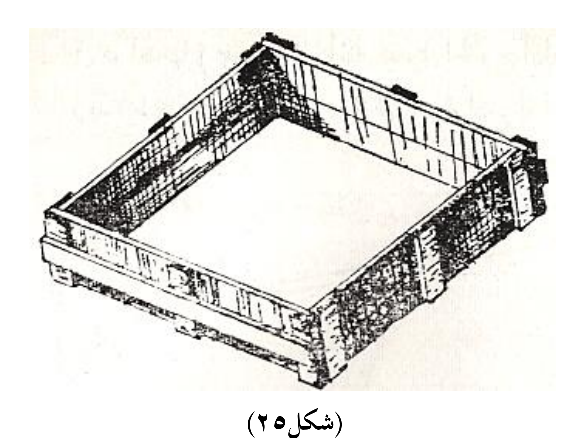
(شكل٢٣)

٧- الجردل وهو وعاء مصنوع من الصاج أو الزنك وله يد ليحمل منها ويستعمل عادةً في نقل الماء أثناء عمليات البناء كرش الطوب أو المباني والخرسانة أو عمل المونة أو الخرسانة. ويستعمل في بعض الأحوال في نقل المون السائلة (شكل ٢٤).

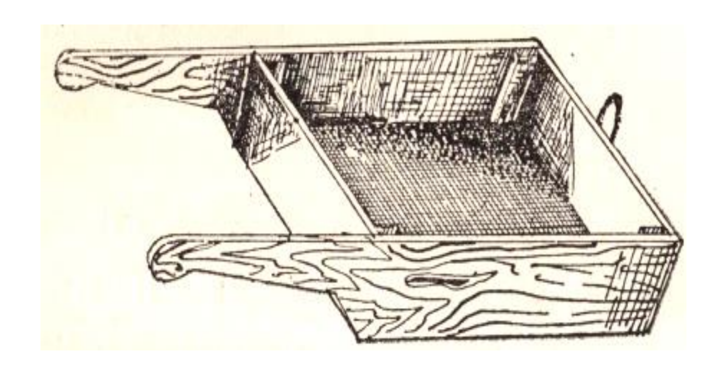


(شكل٢٤)

٨- صندوق الكيل وهو عبارة عن إطارٍ من الخشب على شكل أربعة حواجز جانبية كصندوقٍ خشبي بدون غطاءٍ ولا قاعدة (شكل ٢٥).



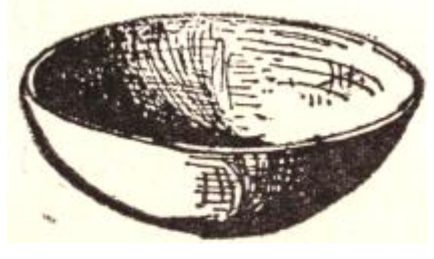
(شكل٢٥)



(شكل٢٦)

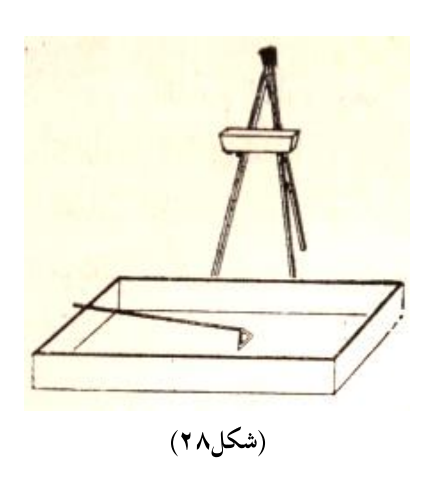
٩- المهزة وهي عبارة عن إطارٍ من الخشب بيدين وبقاعدته شبكة من أسلاك الصلب المنسوجة، وتختلف سعة الفتحات بين الأسلاك "سعة العيون" حسب الأغراض المطلوبة من أجلها. وهي تستعمل لتنظيف المواد من الشوائب قبل خلطها، أو تحديد حجم الخرسان بمروره من فتحة المهز ذات السعة الخاصة لخلط المون على الناشف بعد هزها (شكل ٢٦).

١٠- القصعة أو القروانة وهي وعاء مستدير من الصاج بقطرٍ يتراوح بين ٤٠، ٥٠ سم وتستعمل لنقل المون والخرسانة بعد خلطها (شكل ٢٧).



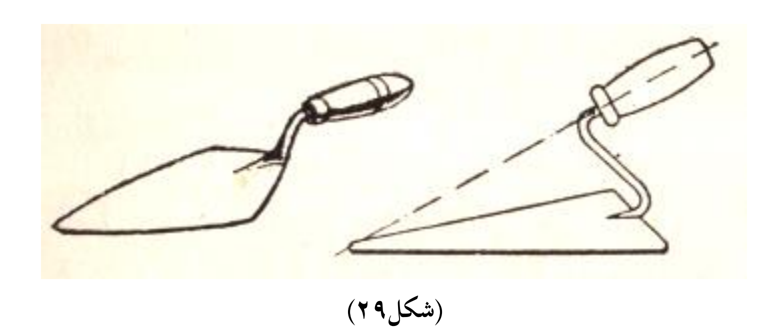
(شكل٢٧)

١١- التكنة وهي عبارة عن صندوقٍ مفتوحٍ من الخشب لتوضع فيه المونة وقت العمل أمام البنائين أو المبيضين حتى يمكنهم أخذ ما يحتاجون إليه. وقد تعمل تكنة صغيرة توضع على حاملٍ مثل حامل لوحات التصوير لتسهيل العمل (شكل ٢٨).



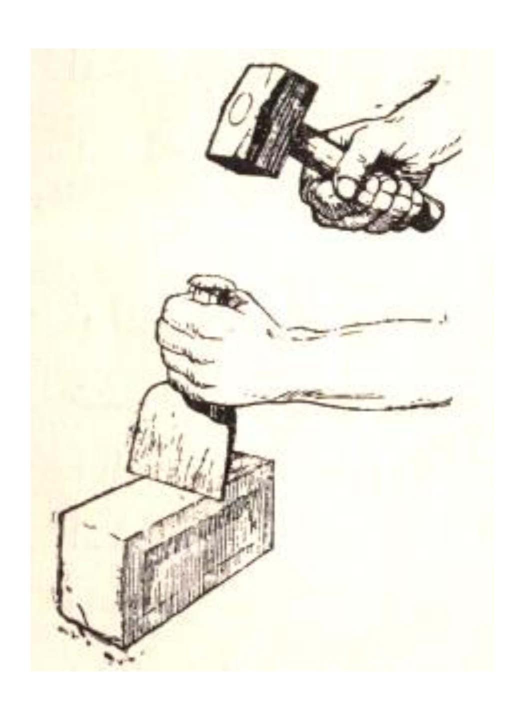
(شكل٢٨)

١٢- المسطرين يتكون من سلاحٍ من الصلب له يد خشبية، ويستعمل في البناء لفرش المونة على كلين الحائط وتوطين قوالب الطوب والحجارة، كما يستعمله البناء كذلك في تكسير قوالب الطوب أو تشكيلها حسب حاجته (شكل ٢٩).



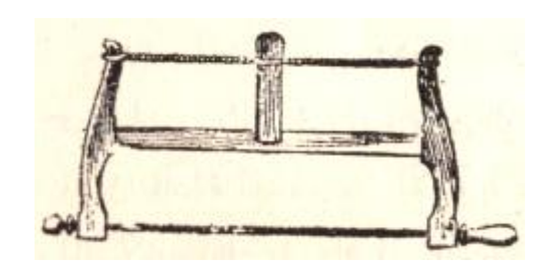
(شكل٢٩)

١٢- المقطع والقادوم لتقطيع الطوب على أجزاء.. والمقطع هو صفيحة من الصلب لها مقبض يمكن بواسطتها قطع الطوب ثم تكملة القطع بالمطرقة، وقد يكون المقطع على شكل أجنة لها حافة عريضة حادة (شكل ٣٠).



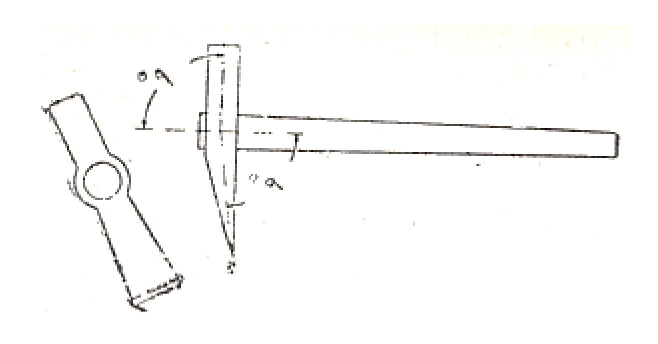
(شكل٣٠)

١٤- المنشار ويستعمل في حالة قطع أحجارٍ نظيفة لاستعمالها في الواجهات من الطوب الظاهر (شكل ٣١).



(شكل٣١)

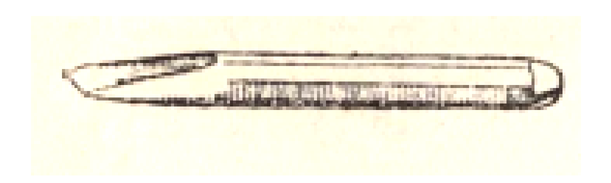
١٥- القادوم البناوي وهو كالقادوم العادي له رأس من الصلب ذات طرفين أحدهما مبطط والآخر ذو قطاعٍ مربعٍ ومستوٍ وله يد خشبية. ويستعمل في تكسير قوالب الطوب وتوضيب الأحجار حسب حاجة المباني.. (شكل ٣٢) وقد يستعمل البناء كذلك مدقًا له رأس كبيرة من الصلب لتكسير الأحجار أو الضرب على الأجنة لتكسير الأحجار أو مواد البناء الأخرى.



(شكل٣٢)

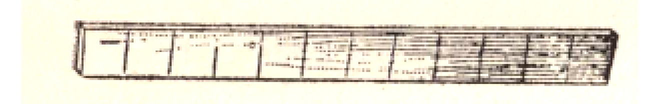
١٦- الأجنة وهي جزء من قضيب من الصلب قطاعه العرضي مثمن أو مسدس ويكون أحد طرفيه مدبب أو مبطط وحاد، أما الطرف

الآخر فيكون مستويًا للطرق عليه لتكسير الأحجار أو الخرسان أو فتح الشنايش في المباني وغيرها من الأعمال (شكل ٣٣).



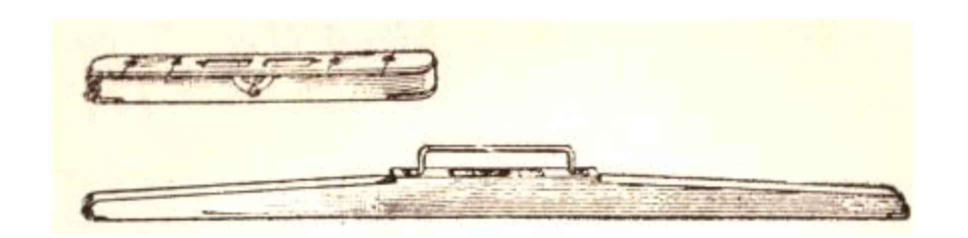
(شكل٣٣)

١٧- القده أو الدراع أو المسطرة.. وهي قطعة من خشب السويد طولها حوالي ٢ إلى ٣ متر ومستطيلة المقطع (حوالي ١٠ × ٣,٥ سم) وتستعمل في ضبط أسطح وأوجه الحوائط بمساعدة الميزان المائي المعروف باسم (روح التسوية) وقد يعمل سطحها علامات أو تقاسيم تمثل السنتي أو البوصة أو أجزاء الطوبة (شكل ٣٤).



(شكل٣٤)

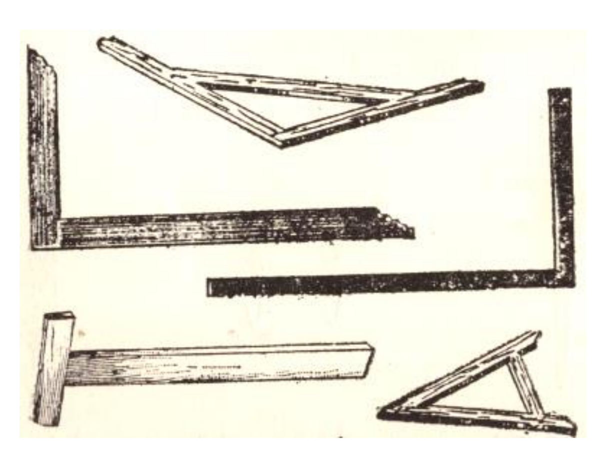
١٨- الميزان المائي وهو المعروف بروح التسوية ويتركب من قده صغيرة من الخشب مثبت فيها أنبوبة من الزجاج دائرية القطاع بحيث يكون محور الأنبوبة موازٍ لقاعدة القده وتملأ الأنبوبة بالكحول الذي يرى فيه بعض العمال شكل الماء لأنه سائل مما دعاهم إلى أن يطلقوا عليه اسم الميزان المائي، إلا أنه يسمى



(شكل٣٥) الميزان المائي

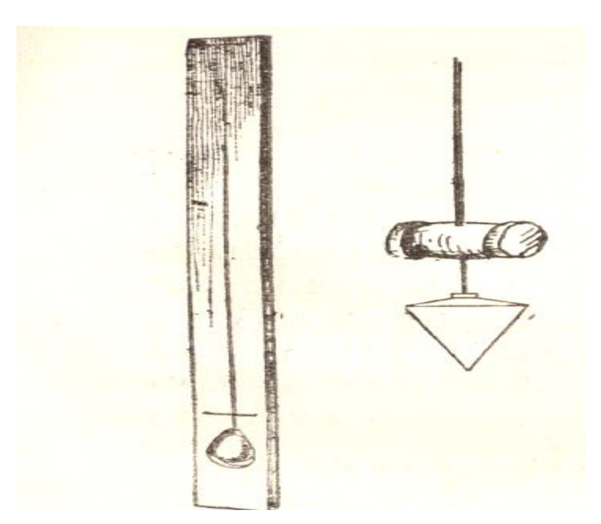
بميزان الكحول في بعض البلاد الأخرى (Spirit Level) ويترك فقاعة من الهواء داخل الأنبوبة عند قفلها، وتتحرك هذه الفقاعة عند تحرك القدة والأنبوبة وتأخذ دائمًا اتجاه أعلى نقطةٍ فيها تبعًا لقانون الكثافات. كما تكون الفقاعة في وسط الأنبوبة إذا كانت قاعدة القدة مستوية. ويستعمل هذا الميزان مع القدة لضبط أفقية المداميك. كما أنه في بعض الموازين تعمل الأنبوبة الزجاجية ملتوية على شكل زاويةٍ قائمةٍ لإمكان استخدام الميزان في ضبط رأسية وجه الحوائط. وهناك نوعان من هذا الميزان. النوع الصغير منه يسمى ميزان الجيب، أما النوع الآخر منه فيسمى الميزان الطويل، وقد تعمل له يد لتساعد على سهولة التشغيل (شكل ٣٥).

١٩– الزاوية وهي أحيانًا من قطعتين من الخشب مثبتتين على شكل زاويةٍ قائمةٍ وقد يعمل لها أشكال للتقوية. كما تعمل أحيانًا بشكل مسطرة. وتستعمل في



(شكل٣٦) أشكال الزاوية المختلفة

ضبط زوايا تقابل أو تقاطع الحوائط. وقد تعمل زاوية خاصة منفرجة أو حادة لعملٍ معين، كما يمكن أن تكون الزاوية مصنوعة من الصلب بدلًا من الخشب (شكل ٣٦).

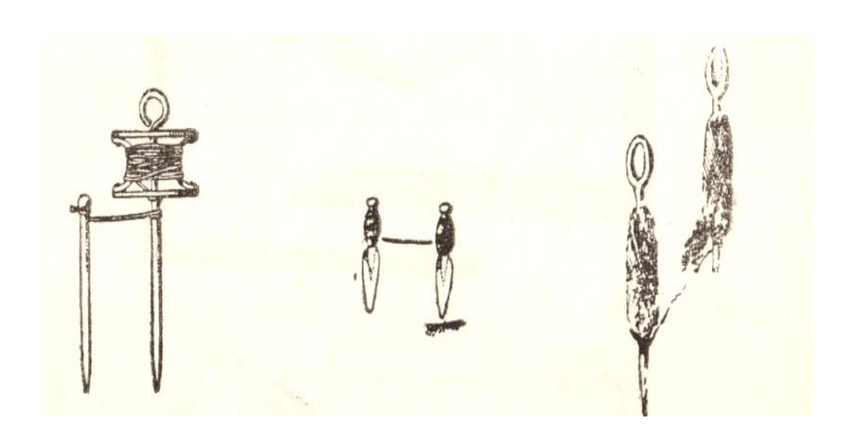


(شكل٣٧) خيط الثاقول (شكل ٣٨) ميزان الثاقول

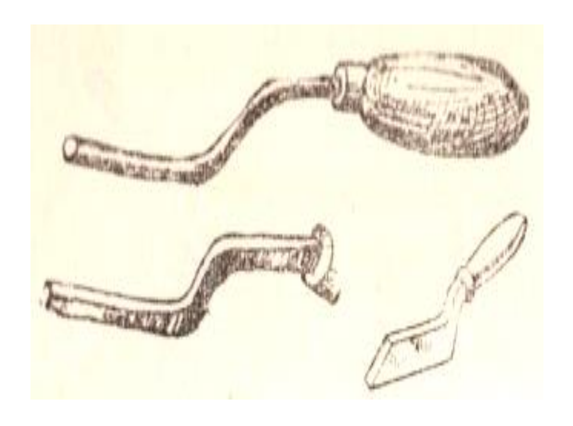
٢٠- خيط الثاقول "الشاغول"، ويطلق عليه في بعض الأحوال الميزان البناوي، وهو عبارة عن ثقلٍ اسطواني معلق بخيطٍ يمر من ثقب بكرةٍ اسطوانية من الخشب طولها مساوٍ لقطر اسطوانة الثقل، ويمكن بواسطته ضبط رأسية أوجه الحوائط إذا وضعنا إحدى قاعدتي البكرة الخشبية على وجه قالب الطوب في المدماك الأخير للبناء وعند إنزال الثاقول يمكن ملاحظة سطح الحائط لضبط رأسية وجهه بالنسبة لحجم الثاقول (شكل **٣٧**).

٢١- ميزان الثاقول وهو عبارة عن ثاقول له خيط مثبت في الطرف الأعلى لمسطرة بحيث يكون كميزانٍ يمكن بواسطته ضبط حافة المسطرة على الحائط الرأسي لنتبين صحة رأسية الحائط (شكل **٣٨**).

٢٢- الخيط وهو عبارة عن خيطٍ طويلٍ من الكتان مربوط من طرفيه بمسمارين أحد طرفيهما مدبب والآخر له أذن على شكل حلقةٍ وهو النوع البلدي "شكل **٣٩**"، ويستعمل هذا الخيط في ضبط استقامة المداميك في الحوائط. أما النوع الأوروبي فيختلف في الشكل ولكنه لا يختلف في الاستعمال "شكل **٤٠**".



(شكل ٣٩) خيط بلدي. (شكل ٤٠) خيط أوربي (شكل ٤١) خيط تحديد

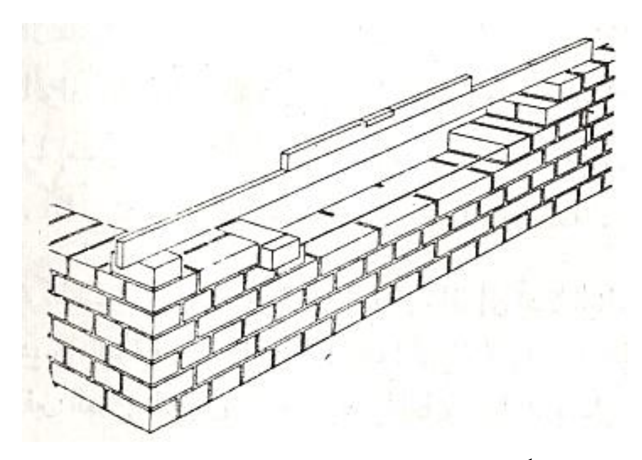


(شكل٤٢) أشكال مكواة العراميس

وهناك خيط آخر يستعمل في بعض الأحوال لتحديد الحفر في الأساسات كما نرى في (شكل ٤١).

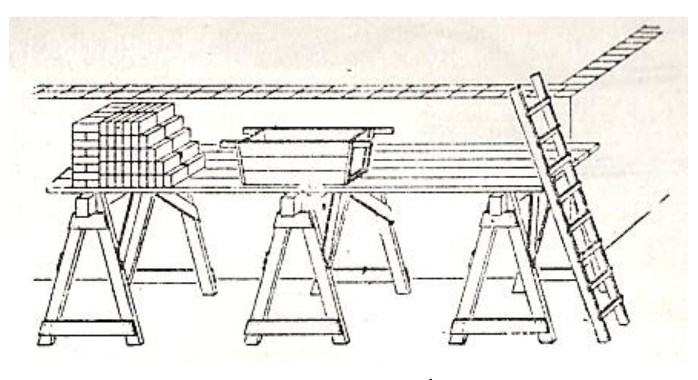
٢٣- مكواة العراميس وهي عبارة عن سيخٍ أو خوصة من الصلب حسب الشكل المطلوب للعراميس، وتستعمل في حالة المباني الظاهرة

المتروكة بدون بياض، وقد تستعمل سكينة خاصة لعمل العراميس بمونة ملونة (شكل ٤٢) وتوضع المونة الملونة فوق طبلية خاصة ليسهل حملها.



(شكل٤٣) طريقة استعمال القده والميزان لضبط المباني

ونورد هنا بعض الرسوم التي تشرح استعمال الأدوات المختلفة، ونرى في (شكل ٤٣) رسم منظور لطريقة البناء بمداميك فوق بعضها مع استعمال الخيط لضبط المداميك، واستعمال القدة والميزان لضبط أفقية المداميك في البناء كما سبق أن شرحنا.



(شكل٤٤) سقالة بسيطة

أما (شكل ٤٤) فيبين رسم منظور لسقالة بسيطة مرفوعة على دعائم "حمير" خشبية، وهي تستعمل في المباني البسيطة غير المرتفعة ويوضع عليها رصة الطوب والتسكنة بحيث تكون في متناول البناء عند العمل، كما أنه يمكن تحريكها أو رفعها حتى يكون البناء في مستوى يساعده على سهولة الحركة.

وبجوار هذه الأدوات اليدوية، قد يستعمل بعض الآلات كخلاط المونة الذي يحدد كمية المواد ونسبة الماء اللازم ثم يخلطها آليًّا.. وكذلك خلاط الخرسانة، يخلطها آليًّا بعد وضع مركباتها في قادوسٍ يدور وبداخله ريش خاصة لتقليب الخرسانة، أما سعته وسرعته فتختلف حسب نوعه وتصميمه.

وهناك كذلك بعض الآلات التي تحمل الخرسانة إلى أعلى البناء بواسطة عمليةٍ أشبه بقواديس الساقية وغيرها من الآلات الحديثة التي تساعد على سرعة إتمام البناء وتوفير العمل اليدوي، أو توفير المكان، وذلك بعمل محطاتٍ خاصة بتموين العمارة بمواد البناء عند الحاجة بدلًا من تخزينها في الموقع.

الطوب في البناء:

لنبدأ في تفهم طرق البناء يجب علينا أولًا أن نتعرف على ماهية البناء بالطوب أو الآجر...

قد لا تعني هذه الكلمة الطوب المستعمل في البناء فقط، بل تشمل كذلك المونة التي تستخدم لربط عراميس الطوب ببعضها البعض حتى يتكون البناء، وقوة البناء لا تتوقف على صلابة الطوبة فحسب، بل كذلك يجب أن يدخل في الحسبان عوامل أخرى هامة كقوة المونة، وطريقة رص قوالب الطوب بنظامٍ خاص وربطه ببعضه حسب نظام الرباطات للحصول على وحدةٍ صلبةٍ متماسكةٍ بحيث يكفي تماسكها لمقاومة الضغوط الواقعة على الحائط... كما أن العناية بترطيب الطوب قبل استعماله له أثر فعال في الحصول على مونةٍ قويةٍ في اللحامات وعلى مبانٍ متينة.

وكذلك نلاحظ أن المونة المستعملة يجب أن تكون قوتها وتحملها للضغط بعد شكها لا يقل عن تحمل قوالب الطوب نفسها..

٢

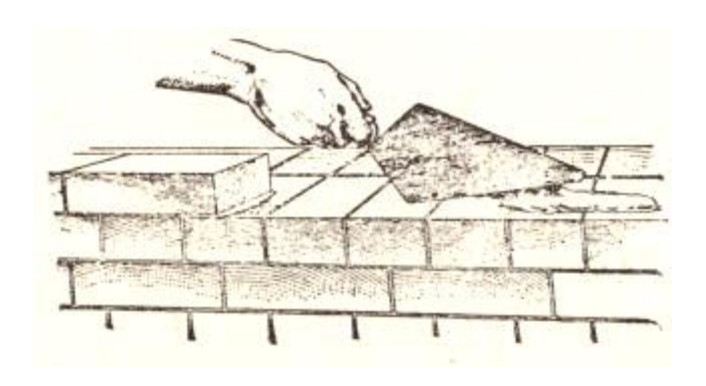
البناء بالطوب

أهمية المونة في البناء:

ومما سبق تتضح لنا أهمية المونة في البناء، لأنها العامل الأساسي في ربط البناء.. وهي تختلف في تسميتها حسب تركيبها إذ نجد المونة الأسمنتية ومونة الجير والرمل والمونة الأسرمل والحمرة.

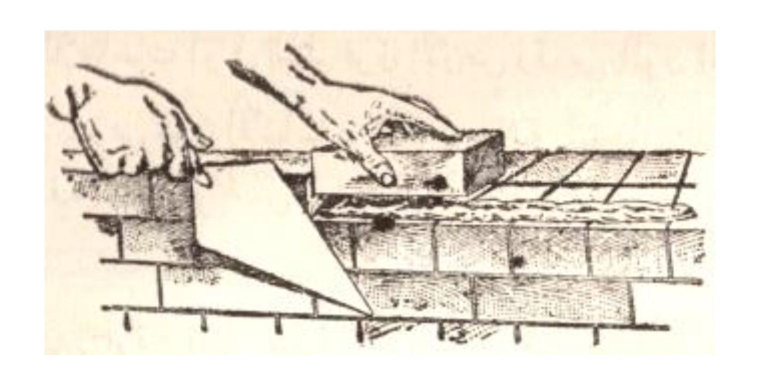
ويمكن أن تكون المونة كذلك عازلة للرطوبة والحرارة والصوت أو للهواء تحت ظروفٍ معينة. كما أن المونة يكون عملها لصق وربط جميع قوالب الطوب في البناء وبذلك تكون من الحائط كتلة قوية. وتقوي عزمه وقوته، وكذلك فإنها تجعل الحائط أكثر مرونةً لأن مرونة المونة أكثر من مرونة الطوب نفسه وعلى هذا فإنه بوضع الطوبة على طبقةٍ من المونة المفرودة أفقيًا توزع ضغوط الأحمال الواقعة على الحائط بالتساوي ولذلك فهي تحفظ الطوبة من الكسر تحت تأثير العوامل المختلفة، وتسمى المونة المفردة أفقيًا باللحامات أو "المرقد" أو العراميس الأفقية، أما المونة بين الفراغات الرأسية فتسمى بالعراميس أو اللحامات الرأسية.

حجم المونة بالمباني:



(شكل٤٥) طريقة وضع المونة بالمسطرين

ويجب أن نلاحظ أنه من الواجب استعمال المونة الكافية في العراميس لتملأ كل الفراغات داخل الجدار. ومن المتتبع في البناء أن لا يزيد سمك المونة غالبًا عن سنتي مترٍ واحد، وغالبًا ما يكون سمك المونة ثُمن (٨/١) من سمك الطوبة، كما أنه لا يستحب التغالي في سمك العراميس حتى لا تكون سببًا في قبح شكل البناء. وعند وضع الطوب في المداميك يجب فرش كميةٍ من المونة فوق العرموس السابق بواسطة المسطرين "شكل ٤٥" ثم يرص المدماك (شكل ٤٦) وبعد ضبط كل طوبةٍ في مكانها، يضرب البناء على الطوبة من أعلى ويضغط عليها باليد حتى تنتشر المونة من تحت جوانب الطوبة ويكون سمك المونة هو السمك المطلوب "شكل ٤٧". وتستعمل طريقة المسطرين في بناء القواطيع والحوائط

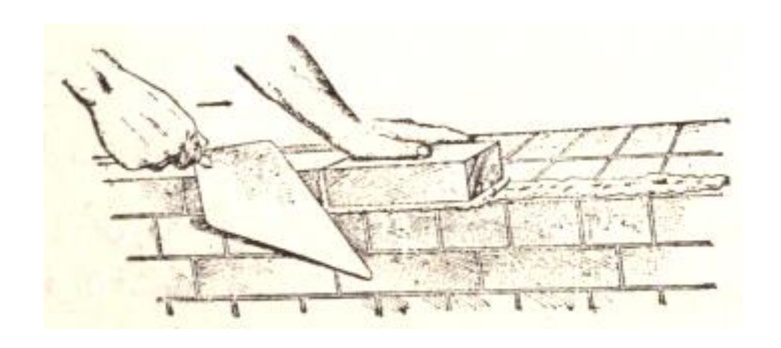


(شكل٤٦) وضع الطوبة فوق طبقة المونة على العرموس

وذلك بفرض المونة أفقيًّا بالمسطرين على كامل المدماك بسمك الحائط، ثم ترص قوالب على المونة مع ترك قيمة العراميس وهي حوالي سنتي متر بين كل قالبٍ وآخر ثم يملأ هذا العرموس بالمونة بواسطة المسطرين ولذلك سميت هذه الطريقة بطريقة المسطرين.

أما في الحوائط التي يزيد سمكها عن طوبتين فتستعمل الطريقة المسماة بطريقة مونة الخوضة، وذلك بأن يبنى واجهتا المدماك بالطريقة العادية ثم يسكب بينها مونة لباني "مونة الخوضة" حتى تملأ العراميس وتفيض على سطح المدماك، ثم ترص قوالب الطوب عليها مع الضغط عليها حتى تظهر المونة من العراميس الرأسية.

أما في مباني العقد فتستعمل الطريقة المسماة بطريقة "السقية بالمونة" بأن ترص قوالب في مكانها على العبو أو شدة العقد ثم تصب المونة الطرية فوقها "مونة لباني" لتملأ العراميس أو اللحامات الرأسية بين قوالب الطوب.



"شكل٤٧" الضغط على الطوبة من أعلا حتى تنتشر المونة من تحت جوانب الطوبة

والمونة عادةً تقسم إلى قسمين حسب استعمالها. فهي إما في الأساسات وتسمى مونة للأساسات أو في البناء فوق الأرض وتسمى المون الهوائية.

والأولى منها وهي مون الأساسات تكون مائية لتتحمل الرطوبة الناتجة من المياه الجوفية أو المتسربة من سطح الأرض الملامسة للحائط، وهي تتكون عادةً من:-

١- جير وحمرة ورمل بنسبة ١: ١: ١ أو بنسبة ٢: ١,٥: ١,٥ وتخلط خلطًا جيدًا على الناشف وتهز قبل الخلط.

٢- جير ورمل وأسمنت للتقوية بنسبة ١ جير إلى ٢ رمل و١٠٠ كيلوجرام أسمنت لكل مترٍ مكعب.

٣- أسمنت ورمل بنسبة ٤٥٠ كيلوجرام أسمنت لكل مترٍ مكعبٍ رمل، إلا أنه كذلك يمكن أن تقل نسبة الأسمنت إلى ١: ٤.

أما المونة الهوائية أو مونة مباني الارتفاعات فهي مختلفة كذلك وتكون عادةً من:-

١- جير ورمل بنسبة ١: ٢ أو ٢: ٣ وقد يضاف أسمنت للتقوية بنسبة من ٥٠ إلى ١٠٠ جرام للمتر المكعب من مخلوط المونة.

٢- جير وحمرة ورمل بنسبة ١: ٦: ١ وهنا تستعمل الحمرة بدلًا من الأسمنت في الجهات التي يصنع فيها قمائن الطوب وتتوفر الحمرة.

٣- أسمنت ورمل بنسبة ١: ٣ أو بنسبة ١: ٤ وهي حوالي ٣٥٠ كجم من الأسمنت للمتر المكعب من الرمل أو ٢٥٠ كجم من الأسمنت للمتر المكعب من الرمل حسب طبيعة العمل في المباني.

أنواع الطوب المستعملة في البناء:

أ- الطوب الأحمر البلدي ويصنع من طمي النيل أو الأرض الزراعية. وبعد تخميره يشكل بواسطة قوالب يدويًّا على الأرض ثم يترك ليجف ثم يحرق في قماين أو أفران فيتحول إلى مادةٍ صلبةٍ تقاوم تأثير الماء- وفي بعض الأحوال يختم سطح الطوب أو يجوف لزيادة تماسك المونة مع القوالب.

ب- طوب أحمر ضرب سفره، وهو نفس الطوب العادي كما سبق أن شرحناه في البند السابق إلا أنه هنا يشكل أو يضرب على لوحٍ من الخشب ثم يجفف ويحرق.

جـ- طوب قطع سلك، وهو طوب أحمر يصنع بماكينةٍ خاصة تضغطه ليخرج من فوهتها كشريطٍ طويلٍ ويقطع أوتوماتيكيًّا حسب الطول المطلوب. ويستعمل هذا الطوب غالبًا في التكسيات الخارجية للحوائط، أو في الأرضيات والسلالم.

د- الطوب الرملي وهو يصنع بخلط الرمل والجير الحي على الناشف ثم يطفأ الجير ويكبس الخليط في مكابس ثم يوضع في أوتوكلاف "اسطوانة من الحديد يمر عليها البخار" ويترك لمدةٍ محددة "حوالي عشر ساعات". والغرض من هذه العملية هو أن يطفأ الجير تمامًا مع تكوين مادة سليكات الجير التي تكون مشتملة على حبيباتٍ من الرمل يحيط بها كمية من الجير. والعينات الموجودة من الطوب الرملي تكون إما بيضاء أو ملونة حسب الطلب، كما أنه يوجد منه بعض الأنواع المفرغة بواسطة خرمين أو ثلاثة أو أكثر وذلك يساعد على تخفيف وزنه وعزله للصوت وللحرارة.

والطوب الرملي يستعمل لبناء الحوائط أو للتكسية، كما يوجد منه نوع خاص يستعمل في الأسقف.

هـ- الطوب الأسمنتي ويصنع عادةً بكبس خليطٍ من الأسمنت والرمل بنسبة ١ : ٧ في قوالب بواسطة اليد أو بواسطة آلةٍ خاصة. أما أشكاله فتختلف حسب القوالب نفسها فيصنع منه نوع عادي أو مخرم كالطوب الرملي كما يصنع منه أنواع بها حليات للواجهات أو الكرانيش أو المباني

الخاصة. ويترك حتى يجفف ويتماسك ثم يوضع في أحواض ماء لمدة ٢٤ ساعة على الأقل ثم يخزن للبناء.

و- الطوب الخفاف ويصنع من كسر أو مجروش من حجر الخفاف والأسمنت والرمل. ويستعمل عادةً في القواطيع لخفة وزنه كما أنه عازل للحرارة والصوت.

ز- الطوب الاسفنجي وهو طوب يصنع من خليطٍ من الأسمنت والرمل الناعم مع إضافة مسحوق الألومنيوم الذي يتفاعل مع الأسمنت ويكون فقاقيع داخل الخليط تجعل الطوبة كالاسفنج، وهو كالنوع السابق في استعماله. ويعمل منه نوع يخلط مع سائلٍ صابوني بدلًا من مسحوق الألومنيوم إلا أنه أقل صلابةً من الأول.

س- طوب الأسفلت وهو طوب خاص للأرضيات والكباري ويصنع من الأسفلت والرمل ثم يشكل المخلوط على هيئة قوالب بواسطة ماكينات المكبس.

ع- الطوب الحراري وهو طوب من خلطةٍ خاصةٍ ويحرق في أفرانٍ مرتفعة الحرارة ويستعمل في بناء الأفران.

ف- الطوب الخشبي ويعمل من خلطةٍ خاصةٍ بها نشارة الخشب بعد معالجتها، ويستعمل الطوب الخشبي بدلًا من الدعامات أو الكتل الخشبية

لتثبيت حلوق الشبابيك والأبواب في فتحات المباني بمونة الأسمنت والرمل العادية.

المقاسات المختلفة لقوالب الطوب:

يراعى في صناعة الطوب أن تكون مقاسات القوالب ثابتة ومنتظمة لتسهيل عملية البناء والرباطات الجيدة الصحيحة والشكل المنتظم. كما أنه يجب أن يكون هناك ارتباط بين أبعاد القالب من طولٍ وعرضٍ وارتفاع. ويلاحظ دائمًا أن يكون طول القالب مساويًا لضعف عرضه مضافًا إليه سمك اللحام وهو حوالي ١سم، كما أن سمك القالب يكون من ربع إلى ثلث طول القالب أي أنه إذا كان القالب ٢٥ سم يكون عرضه ١٢ سم وسمكه حوالي ٦ سم.

ونورد هنا جدولًا يبين المقاسات الشائعة لأنواع الطوب المستعمل عندنا مع بيان الضغط الذي يتحمله السنتيمتر المربع الواحد بالكيلوجرامات والغرض المستعمل من أجله. ونلاحظ أن الأوزان والأحمال تقريبية وتتوقف على جودة الصناعة.

رقم مسلسل	نوع قالب الطوب	وزن الطوبة	المقاسات بالسنتيمتر			الحمولة	الاستعمال
		كجم	الطول	العرض	السمك	سم/ كجم	
١	طوب أحمر بلدي	٣,٥٠٠	٢٥	١٢	٧	١٥-٣٠	مباني عادية

٢	طوب أحمر نصف سفرة	٣,٤٠٠	١٥	١٢	٦	٢٥- ٣٥	مباني
٣	طوب أحمر ضرب سفرة	٣,٤٠٠	٢٥	١٢	٦	٨٠- ١٠٠	مباني
٤	طوب أحمر ضرب سفرة صغير	٣,٢٠٠	٢٣	١١	٥,٥		مباني
٥	طوب أحمر مكبوس "قطع سلك"	٣,٥٠٠	٢٥	١٢	٦		مباني وتكسية
٦	طوب أحمر مكبوس "قطع سلك صغير"	٣,٣٠٠	٣٢	١١	٥,٥		مبان وتكسية
٧	طوب أحمر مكبوس للواجهات	١,١٠	٣٢	٤	١		للتكسية
٨	طوب أحمر مكبوس للواجهات صغير	٠,٥٠	٢١	٤	٤		للتكسية
٩	طوب رملي مجوف	٤,٢٠٠	٢٥	١٢	١٢	٦٠- ١٠	مباني عادية
١٠	طوب أبيض مجوف	٣,٣٠٠	٢٥	١٢	٦	٢٠٠- ٢٥٠	مباني وتكسية
١١	طوب أبيض للتكسية ملون	١,١٠٠	٢٥	٦	٤	٢٠٠- ٢٥٠	للتكسية

١٢	طوب أسمنتي ٢٠٠ كجم لكل م٣ رمل" عادي	٣,٣٠٠	٢٥	١٠	٦	١٥٠- ١٤٠	مباني
١٣	طوب حراري بلدي	٣,٥٠٠	٢٣	١١	٦,٥	٣٠٠- ٤٠٠	مباني للأفران
١٤	طوب حراري مطلي بالصيني	١,١٠	٢٣	٤	٤	٣٠٠- ٤٠	تكسية
١٥	طوب حراري أصفر غامق	٠,٥٠	١١	٤	٤	٣٠- ٤٠٠	تكسية

شكل الطوبة وأجزاؤها وتسميتها:

يبنى عادةً بقوالب صحيحة وتسمى قوالب طوب، إلا أنه قد يضطر البناء في بعض الأحوال إلى استعمال أجزاءٍ من الطوبة، وتكون تسميتها تبعًا لحجمها بالنسبة للطوبة أو لشكلها. فالطوبة التي تكسر إلى نصفين يسمى نصفها بنصف طوبة، والجزء من القالب الذي يعادل ثلاثة أرباع الحجم الأصلي يقال له ثلاثة أرباع طوبة. أما الكنيزر، فهو نصف قالب مشقوق في اتجاه طوله، ولذلك فلنصف كنيزر هو ربع قالب مشقوق في اتجاه عرضه... كما يمكن تقسيم القالب إلى نصفين في اتجاه ارتفاعه فيقال له "نصف قالب على بطنه".

وبخلاف هذه الأشكال العادية فهناك أشكال خاصة مثل "قالي مشطوف بلسقالة" أو بعض الأشكال التي لا يمكن فيها قطع الطوب

العادي وتشكيله ليناسبها وخاصةً إلى كانت هذه الطوبة ستظهر في السطح الخارجي للبناء، وفي هذه الحالة شكل أثناء الصناعة وتسمى في المباني "طوبة خاصة" أو "طوبة حسب الطلب" ومنها ما يستعمل في البناء العادي أو الكرانيش أو نهاية الحوائط أو الزوايا أو درج السلالم أو الأسفال أو الأرضيات. ومن هذه الأشكال الخاصة طوبة شناوي مشطوف أو طوبة بركن مشطوف أو مستدير من ركنٍ أو ركنين. إلخ. ونرى أمثلةً لهذه الأشكال في "شكل ٤٨".

أما التسميات المصطلح عليها عندنا في بناء الطوب فهي:

١- اللحامات الأفقية للمدماك أو المرقد، وهي طبقة المونة المحصورة بين مدماكين من الطوب لتماسكها أفقيًّا.

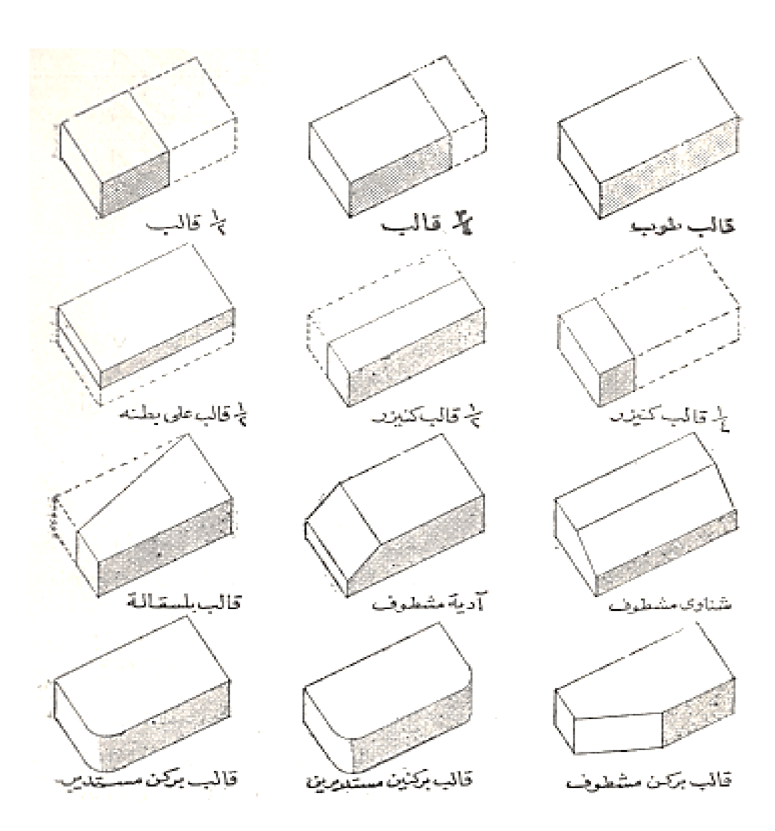
٢- العراميس أو اللحامات الرأسية وهي طبقة المونة الرأسية بين القوالب وبعضها. ومن الملاحظ أن تكون لحامات المداميك أفقية في الحوائط الرأسية، وعمودية على الميل في الحوائط المائلة أو الحوائط الساندة كما تكون عمودية على مماس المنحنى في العقود والحوائط المقوسة، أي متجهة نحو مركز المنحنى كما سنرى في أشكال بناء العقود.

٣- ناصية الحائط وهي الزاوية الخارجة للحائط.

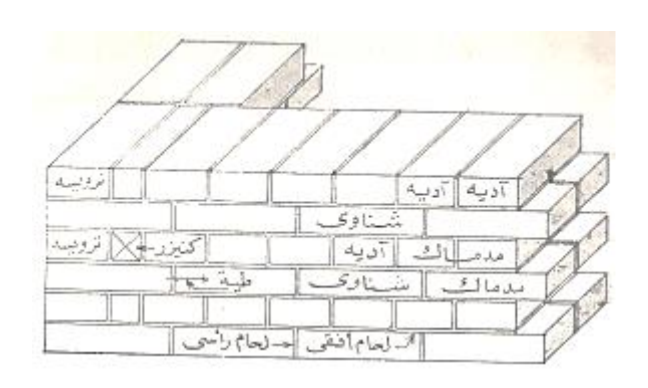
٤- الترويسة وهي أول قالب آدية يوضع في رأس الزاوية والقائمة للناصية ويليه دائمًا "كنيزر" لربط الحائط.

٥- الكينزر "ثلث" وهو أحد جزأي قالب مشقوق نصفين في اتجاه طوله، ويسمى كذلك تغليفة.

٦- الكنيزر "ربع" وهو جزء من أجزاء قالب مشقوق إلى أربعة أجزاءٍ في اتجاه عرضه، وقد يستعمل جزءان منه يلحمان بالمونة عند البناء بدلًا من كنيزر كبير أو "نصف" وفائده الحصول على الطية في الرباط.



"شكل٤٨" أشكال قوالب الطوب وأجزائها وتسميتها



"شكل٤٩" حائط من الطوب مبني عليه الاصطلاحات المستعملة في المباني

٧- الطية هي المسافة الأفقية بين كل لحامين رأسيين في مدماكين متتاليين وتساوي ربع طول القالب ويسميها البعض "الرباط" لأنها تربط المباني، كما أن الرباط يطلق كذلك على طريقة صف المداميك.

٨- الشناوي وهو قالب الطوب الموضوع بطوله في اتجاه طول الحائط.

٩- الأدية وهو قالب الطوب الموضوع بعرضه في اتجاه طول الحائط.

ونرى هنا في "شكل ٤٩" رسمًا لحائطٍ مبين عليه الأسماء والاصطلاحات المستعملة في المباني بالطوب السابق ذكرها.

تجهيز الطوب للبناء:

من المهم جدًّا أن يبل الطوب بالماء قبل عملية البناء وذلك بوضعه في برميلٍ به ماء لمدةٍ كافيةٍ حتى يتشرب جيدًا بالماء ويغسل سطحه من

الأتربة أو الطين الذي قد يكون عالقًا به من وضعه على الأرض الطينية مثلًا في مكانٍ رطب. وهذه العملية ليست من الأعمال الكمالية في البناء بل إنها من الأشياء الهامة التي يجب أن يلتفت إليها لأن البناء المهمل عادةً يحاول أن يستعمل الطوب بدون أو تكون درجة ترطيبه بسيطة وذلك حتى يسهل عليه العمل وتكون الطوبة أخف وزنًا... وهذا الإهمال يسبب عدم تماسك الطوبة بالمونة جيدًا إذ كان على سطحها الخارجي أتربة عالقة... ثم إن عدم ترطيب الطوبة يدعو إلى امتصاص الماء الموجود بالمونة فتجف ويكون ذلك سببًا في أن المونة لا تأخذ قوتها في التماسك لعدم وجود الرطوبة اللازمة التي تساعد على التفاعل.. كما نجد أن المونة تتشقق وتفقد متانتها.

رص القوالب في البناء:

ترص القوالب في المباني بثلاث طرقٍ وهي:

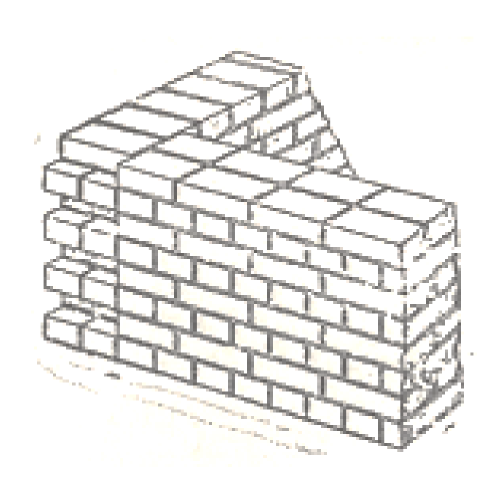
١- رص على بطنية القالب أي على أكبر مسطحٍ فيه أي السطح المكون من طول الطوبة وعرضها وهو **٣٥ × ١٢**سم.

٢- رص على سيفه أو سكينه في مباني العراطيب على السطح المكون من طول الطوبة وسمكها وهو **٢٥ × ٦**سم.

٣- رص قوالب عسكر على السطح المكون من عرض الطوبة وسمكها أي **١٣ × ٦**سم

بناء الحوائط:

وفي حالة بناء الحوائط يعمل عدد قليل من المداميك حسب أصول الصناعة ووزنها أفقيًا بميزان الماء والقدة وميزان الشاغول. ثم تعمل بعد ذلك الأركان أو الزوايا الخارجية للحوائط، أو نهاية الفتحات بارتفاعٍ لا يزيد عن عشرة مداميك، وبعد ذلك يمكن تكملة المسافة بين الأركان بحيث يمكن وزن المداميك في جميع أجزاء الحائط كما سبق أن رأينا في "شكل ٤٢".



"شكل ٥٠" الأسنان في المباني لإمكان تكملتها

ويجب ملاحظة أن يكون وجه الطوبة المختوم بخاتم العلامة التجارية أو السطح الذي به جزء غاطس موجهًا إلى أعلى إذ أنه إذا وضع بعكس ذلك فسيكون فقاقيع هواء بين سطح الطوبة وسطح المونة. وكذلك إذا كانت الطوبة غير منتظمة –أي أن بها سطحًا كبيرًا وآخر صغيرًا– فيكون

دائمًا السطح الكبير موجهًا إلى أعلى حتى تغطى بكميةٍ أكبر من المونة ويزيد من التماسك.

تكملة الزاوية :

وإذا كان معلومًا عند البناء أنه ستعمل إضافات لتكملة البناء من ناحية زاوية الحائط فيجب أن تعمل دخلات وخارجات في المداميك بحافة الحائط لعمل الرباطات الجديدة بشكلٍ يعرف بالتسنين toothing كما نرى في "شكل **٥٠**".

تكملة الحوائط الطويلة :

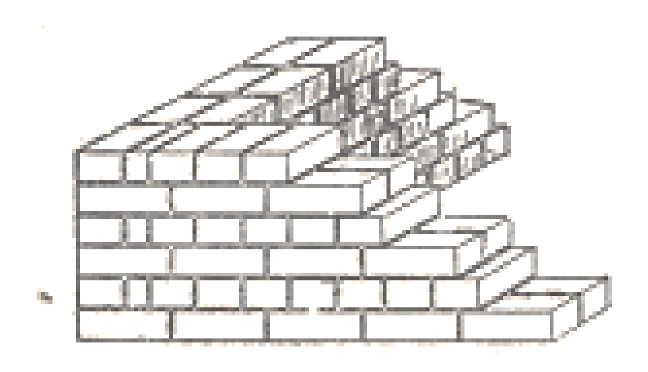
أما إذا كان الحائط ممدودًا طوليًا، فيعمل عادةً تدرج من الوسط إلى الأطراف بحيث يكون هذا التدرج صاعدًا ناحية الأطراف، ويكون مقدار القصة أو التدريجية حسب طريقة الرباط المستعملة حتى يمكن تكملة بناء الحوائط وربط أجزائها "شكل **٥١**".

تكملة مبانٍ جديدة على مبانٍ قديمة :

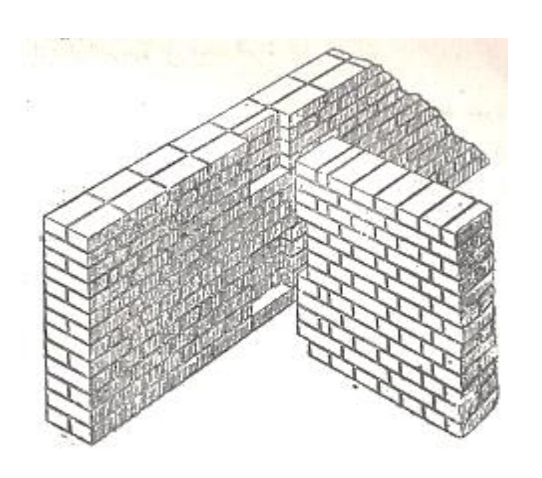
وفي حالة وجود حائطٍ قديمٍ في بناءٍ وأريد عمل حائطٍ جديدٍ عمودي عليه، تعمل فتحات في الحائط القديم تسمى "شنايش". وهي عادةً بعمق ربع طوبة وبارتفاع ثلاثة مداميك أو أربعة وبعرض الحائط، وذلك حتى يمكن ربط الحائط القديم مع الحائط الجديد بواسطة ألسنة تعمل في الحائط الجديد على شكل عاشقٍ ومعشوق، كما نرى في "شكل **٥٢**".

رباطات الطوب:

إن أساس رص الطوب في المباني هو جعل الحائط مترابطًا قويًّا، كما يجب أن يتوفر في الناحية الجمالية في نفس الوقت. ولذلك يجب أن تكون الطوبة منتظمة الأبعاد، وترتب بحيث تكون اللحامات الرأسية في البناء على استقامةٍ واحدة، ولكن في الوقت نفسه لا تكون مستمرة في المداميك المتتالية وهو ما يطلق عليه "مقطوعة الحلول"، أي أن اللحامات بين قالبين في المدماك تكون مغطاة من أعلى ببطن القالب الذي يعلوه، ومن أسفل بالسطح العلوي للقالب الذي بأسفله، وتكون رصة المدماك مطابقة لرصة المدماك التالي الذي يعلوه. ونلاحظ أنه يفضل استعمال القوالب الصحيحة في الرصة ما أمكن حتى تضمن متانة البناء وقوة تماسكه.



"شكل ٥١" تدرج الحائط لإمكان ربطه بالتكملة



"شكل٥٢" عمل شنايش بالحائط القديم لربطه بالجديد

ونلاحظ أهمية الرباطات عند وقوع حمل على الحائط فيوزع الضغط على الأجزاء المجاورة وذلك لتماسك الحائط بتعشيق جميع أجزائه ومسكها برباطاتٍ تجعلها قوية "شكل **٥٣**".

أما إذا كان الحائط المبني بالطوب الذي تقع لحاماته الرأسية فوق بعضها، والذي تكون أجزاؤه غير متماسكةٍ أو غير مترابطةٍ ببعضها، فيكون الحائط عرضة للتشقيق إذا وقع عليه حمل، لأن الجزء الواقع تحت الحمل يميل إلى الانفصال لأنه غير مربوطٍ بالأجزاء الأخرى "شكل **٥٤**".

وقد تنبه البناء لفكرة الرباطات في أعمال المباني بالطوب وبالأحجار منذ أقدم العصور في المباني المصرية ومباني الحضارات المجاورة... إلا أنه قد وضعت بعض تسمياتٍ حديثة للرباطات في المباني نذكر منها:

١- طريقة الرباط بالشناويات وهي المستعملة في مباني نصف طوبة "عرطوبة".

٢- طريقة الرباط بالآديات كالمستعملة في المباني المقوسة.

٣- طريقة الرباط المصرية القديمة وهي المسماة بالإنجليزية... بالرغم من أننا نراها في المباني المصرية القديمة ولذلك نميل إلى تسميتها بالطريقة المصرية تصويبًا للواقع.

٤- طريقة الرباط الكتلة وهي مشابهة للطريقة المصرية.

٥- طريقة الرباط الصليبي.

٦- طريقة الرباط البلدية وهي المعروفة بالفلمنكية أو الهولندية.

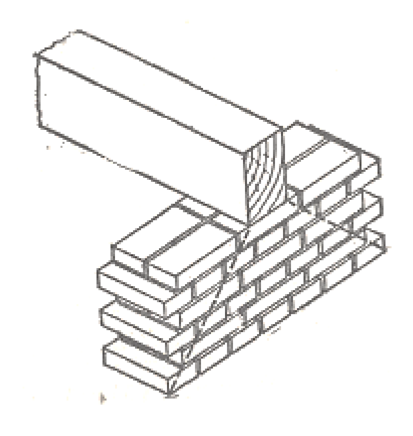
٧- طريقة الرباط القوطية أو البولندية.

٨- طريقة الرباط الشناوي المزدوج.

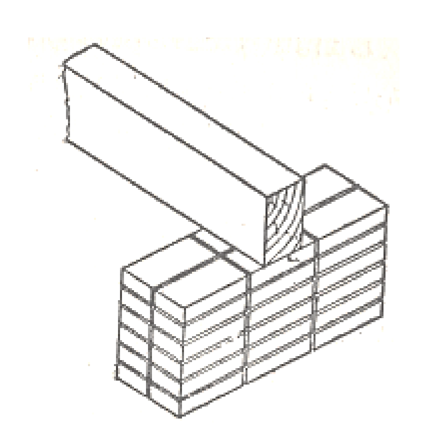
٩- طريقة الرباط الأمريكي.

١٠- طريقة الرباط غير المنتظمة أو الهمجية.

١١- طريقة الميل بنوعيه -المفرد والمزدوج- المعروف بالمضفور والسلسلة وهي تستعمل في حشو دواخل الحوائط السميكة.



"شكل٥٣" ضغط حمل على مبان مقطوعة الحلول



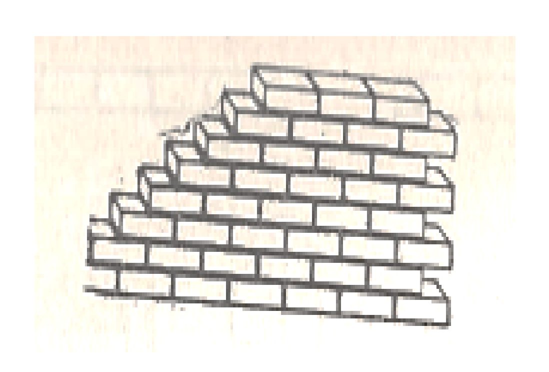
"شكل٥٤" ضغط حمل على مبان غير مقطوعة الحلول

١٢- طريقة الرباط بالتسليح بخوصاتٍ حديدية.

١٣- طريقة الرباط بالتعشيق بطوبةٍ خاصة.

طريقة الرباط بالثناويات:

وهذه الطريقة تستعمل للحوائط البسيطة التي سمكها نصف طوبة "عرطوبة" ويعمل فيها كل الحائط بطوبٍ مصفوف شناويات. إلا أنه يلاحظ أن يكون العرموس في منتصف طول قالب الطوب في المدماك الذي يعلوه والذي بأسفله، ويكون مقدار الطية في هذه الحالة نصف قالب، حيث أن المدماك الأول يبدأها بقالبٍ كامل، ويبدأ الذي يليه بنصف قالبٍ كما نرى في "شكل ٥٥". ونلاحظ بالرسم توضيح التدريجة لرباط الحائط بالطرف الأيمن والأسنان بالطرف الأيسر. كما نرى في "شكل ٥٦" الرباط في الحائط المستمر ونهايته في مدماكين متتاليين. وفي "شكل ٥٧" الرباط في حائط متقاطع على شكل حرف T. وفي "شكل ٥٨" نرى فيه الرباط لحائطٍ متقاطعٍ على شكل صليب. ثم نرى كذلك في الأشكال التالية "٥٩– ٦٠– ٦١" طريقة الحوائط على شكل زاويةٍ قائمةٍ وزاويةٍ حادةٍ ثم زاويةٍ منفرجةٍ على التوالي.



"شكل٥٥" منظور لحائط شناوي بعرض طوبة

طريقة الرباط بالأديات:

وترص كل قوالب المداميك في هذه الطريقة في وضع الأديات، وتستعمل في بناء الحوائط المقوسة التي سمكها طوبة واحدة، وكذلك تستعمل في قصص الأساسات "قصات المداميك" كما تستعمل في الكرانيش. ويراعى أن تكون جميع اللحامات مقطوعة الحلول أي غير متصلة.

ونرى هنا في "شكل ٦٢" شكل الحائط المنفرد أو المستقيم وتأثيره، في الواجهة في الحوائط المستمرة. كما يبين كذلك "شكل ٦٣" الرباط في مدماكين متتاليين من حائطٍ مستمر.

وفي "شكل ٦٤" نرى شكل الرباط في مدماكين متتاليين من حائطٍ على شكل حرف T.

أما "شكل ٦٥" فيبين الرباط في حائطٍ متقاطعٍ على شكل صليب.

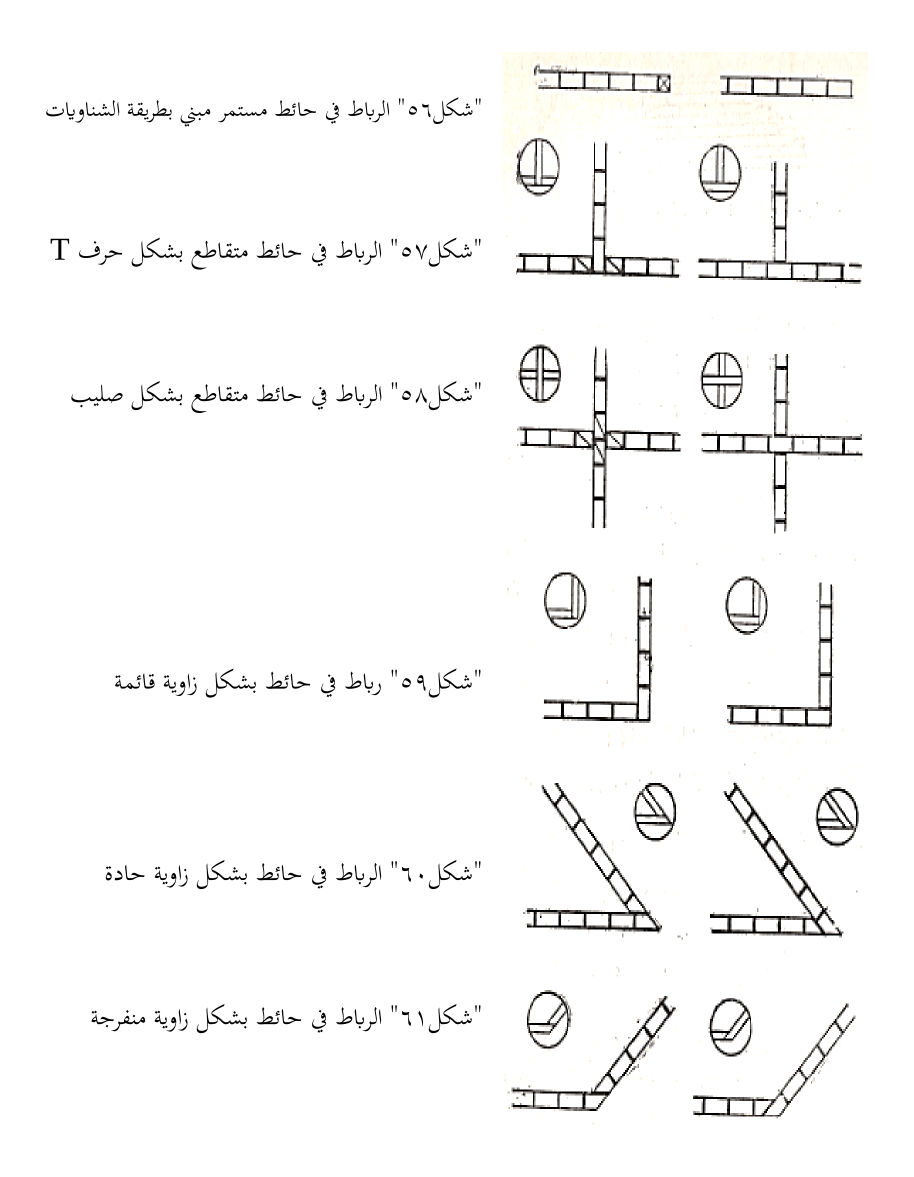
و"شكل ٦٦" يبين الرباط في حائطٍ على شكل زاويةٍ قائمة.

و"شكل ٦٧" يبين الرباط في حائطٍ على شكل زاويةٍ حادة.

و"شكل ٦٨" يبين الرباط في حائطٍ على شكل زاويةٍ منفرجة.

طريقة الرباط المصرية المعروفة بالرباط الإنجليزي:

أردت أولًا أن يكون في هذه التسمية تصحيح للعرف الخاطئ الذي اتبع في التسمية القديمة. أما من حيث الرباط نفسه فهو من أقوى الطرق المستعملة



"شكل٥٦" الرباط في حائط مستمر مبني بطريقة الشناويات

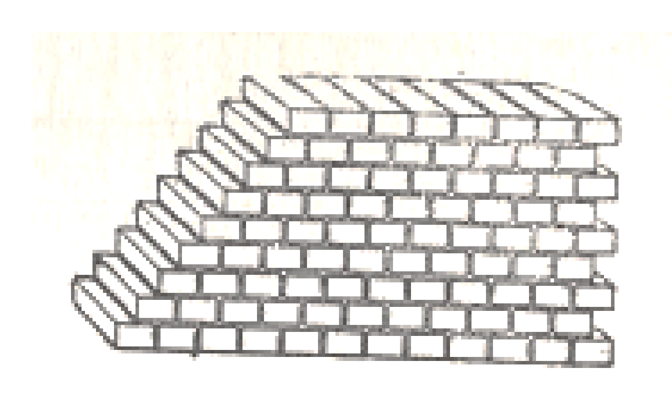
"شكل٥٧" الرباط في حائط متقاطع بشكل حرف T

"شكل٥٨" الرباط في حائط متقاطع بشكل صليب

"شكل٥٩" رباط في حائط بشكل زاوية قائمة

"شكل٦٠" الرباط في حائط بشكل زاوية حادة

"شكل٦١" الرباط في حائط بشكل زاوية منفرجة



"شكل٦٢" رسم منظور لحائط آدية بعرض طوبة

لعدم وجود لحاماتٍ رأسية فوق بعضها، ولو أن النظام الألماني أو المستعمل في وسط أوروبا، عدل قليلًا في رص الطوب في هذه الطريقة وسماها "رباط الكتلة" Blockverband إذ أنه يجعله البناء متراصًّا وقويًّا ككتلةٍ واحدة، وسنشرح هذا الشكل للرباط بالتفصيل فيما بعد.

وفي الرباط المصري –الذي نحن بصدده– يرص الطوب صف قوالب آديات بأحد المداميك. ثم يكون الرص شناويًّا في المدماك التالي مع ملاحظة وضع قالب الكنيزر بعد قالب الأدية الترويسة محافظةً على إيجاد الطية وتحديدها بعرض ربع طوبة لسلامة الرباط وقطع الحلو، ويلاحظ أن تكون اللحامات الأفقية العرضية عمودية على وجه الحائط ومستمرة من الوجه إلى الظهر، ويجب مراعاة النقط الآتية في هذا الرباط:–

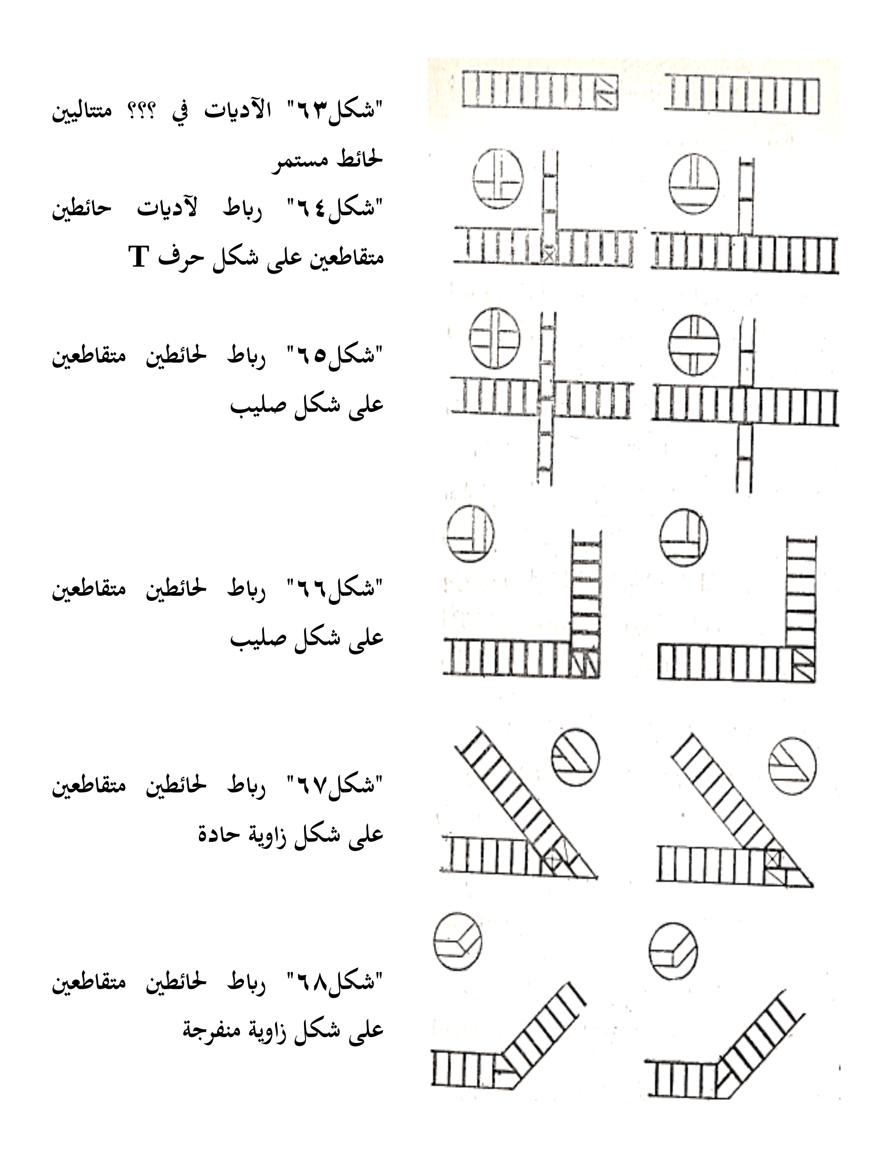
١– يوضع الكنيزر بعد الترويسة الأدية في الناصية.

٢- إذا تغير اتجاه الحائط فإن الرباط يختلف في الوجهين الداخلي والخارجي.

٣- في الحوائط سمك طوبة تمتد اللحامات الأفقية العرضية بكامل سمك الحائط.

٤- في الحوائط التي سمكها طوبة كاملة أو مضاعفاتها يكون رص القوالب في المدماك بحيث يكون متماثلًا في الوجهين كآديةٍ أو شناوي.

٥- تختلف الرصة في الوجهين إن كان عرض الحائط طوبة كاملة أو مضاعفاتها



"شكل٦٣" الآديات في ؟؟؟ متتالين لحائط مستمر

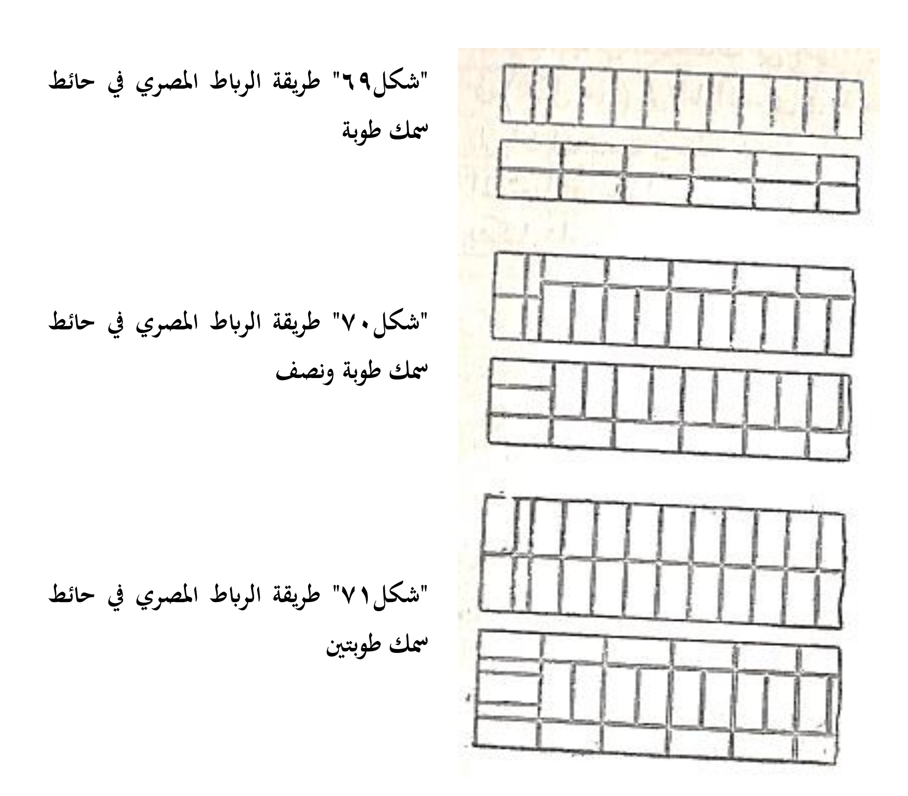
"شكل٦٤" رباط لآديات حائطين متقاطعين على شكل حرف T

"شكل٦٥" رباط لحائطين متقاطعين على شكل صليب

"شكل٦٦" رباط لحائطين متقاطعين على شكل صليب

"شكل٦٧" رباط لحائطين متقاطعين على شكل زاوية حادة

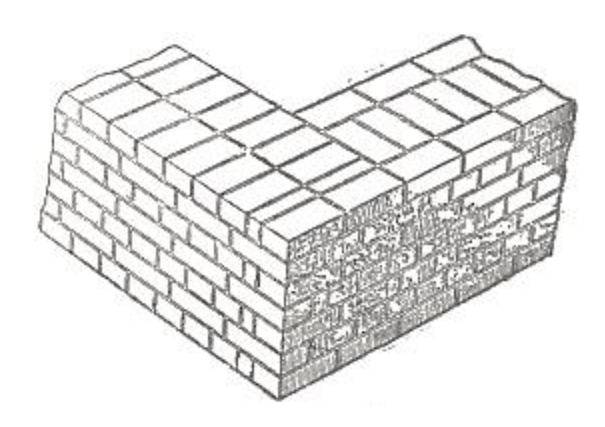
"شكل٦٨" رباط لحائطين متقاطعين على شكل زاوية منفرجة



"شكل٦٩" طريقة الرباط المصري في حائط سمك طوبة

"شكل٧٠" طريقة الرباط المصري في حائط سمك طوبة ونصف

"شكل٧١" طريقة الرباط المصري في حائط سمك طوبتين



"شكل٧٢" حائط زاوية قائمة سمك طوبتين

مضافًا إليه نصف طوبة، فتظهر الشاويات في أحد الأوجه والآديات في الوجه المقابل.

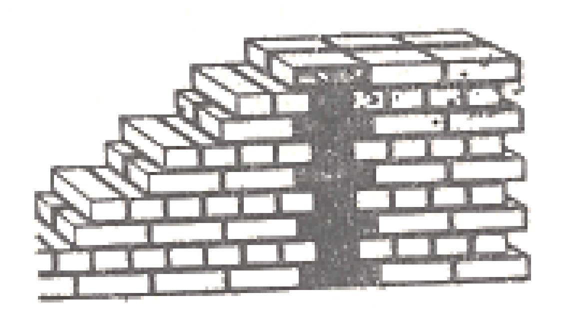
هذه بعض الملاحظات التي يجب أن نلاحظها في الرباط المصري، ونرى في "شكل ٦٩" الرباط المصري في حائط بعرض طوبة، وفي "شكل ٧٠" طريقة الرباط المستعملة في حائط ١,٥ طوبة، وفي "شكل ٧١" نرى طريقة الرباط المستعملة في حائطٍ بعرض طوبتين، كما يشرح "شكل ٧٢" رسم منظور لحائطٍ بشكل زاويةٍ قائمةٍ من طوبتين كمثالٍ لتطبيق هذا الرباط على الزاوية...

طريقة رباط الكتلة:

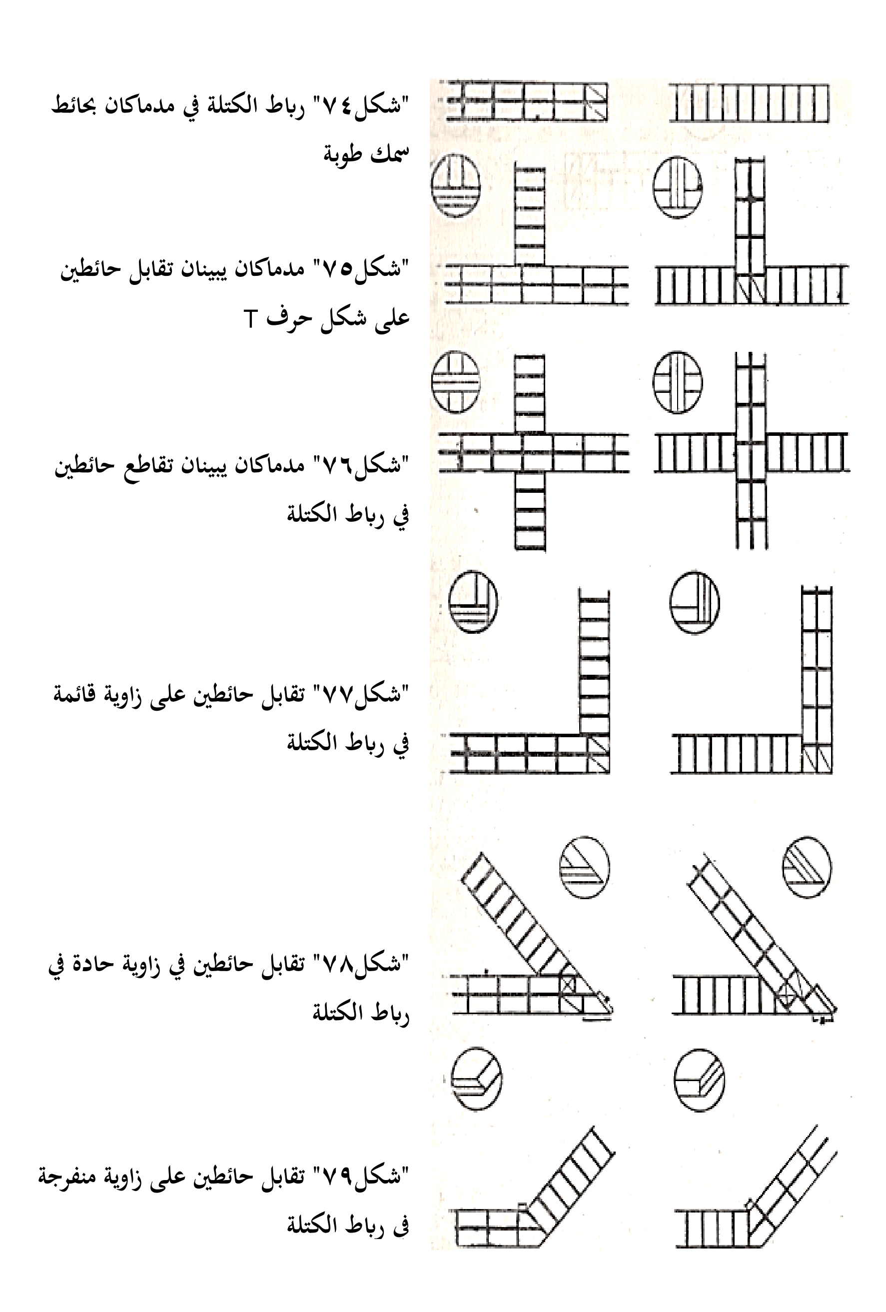
أما طريقة رباط "الكتلة" فهي مشابهة أو مشتقة من الرباط المصري السابق شرحه، ونورد هنا رسومًا تشرح طريقة هذا الرباط في مدماكين متتاليين في تخانات الحوائط وأشكالها المختلفة. ونلاحظ فيها عدم استعمال القالب الرابط "الكنيزر" بعد الترويسة لإيجاد الطية، بل استعمل هنا قالب ثلاثة أرباع طوبة في البداية كترويسة وهو في الوقت نفسه يعمل على إيجاد الطية للرباط.

كما انه في هذه الطريقة تظهر قوالب الطوب في الواجهة بشكلٍ يماثل الرباط المصري إذ نرى ظهور رص القوالب في الواجهة على شكل آدية في المدماك الأول، ثم تزهر في المدماك الذي يليه على شكل شناوي "شكل ٧٣". ونلاحظ كذلك في هذه الطريقة أن اللحامات مقطوعة الحل

أي أن اللحامات الرأسية غير متصلة. كما أنه عندما يكون سمك الحائط مساويًا عددًا كاملًا من القوالب في أي مدماك فيجب أن يكون رصها في الوجهين من الحائط متشابهًا، أي أنه يكون بشكل آدية وشناوي من الوجهين. أما في حالة اتصال الحوائط أو تقاطعها فنلاحظ أنه



"شكل٧٣" حائط بسمك طوبة استعمل فيه رباط الكتلة



"شكل٧٤" رباط الكتلة في مدماكان بحائط سمك طوبة

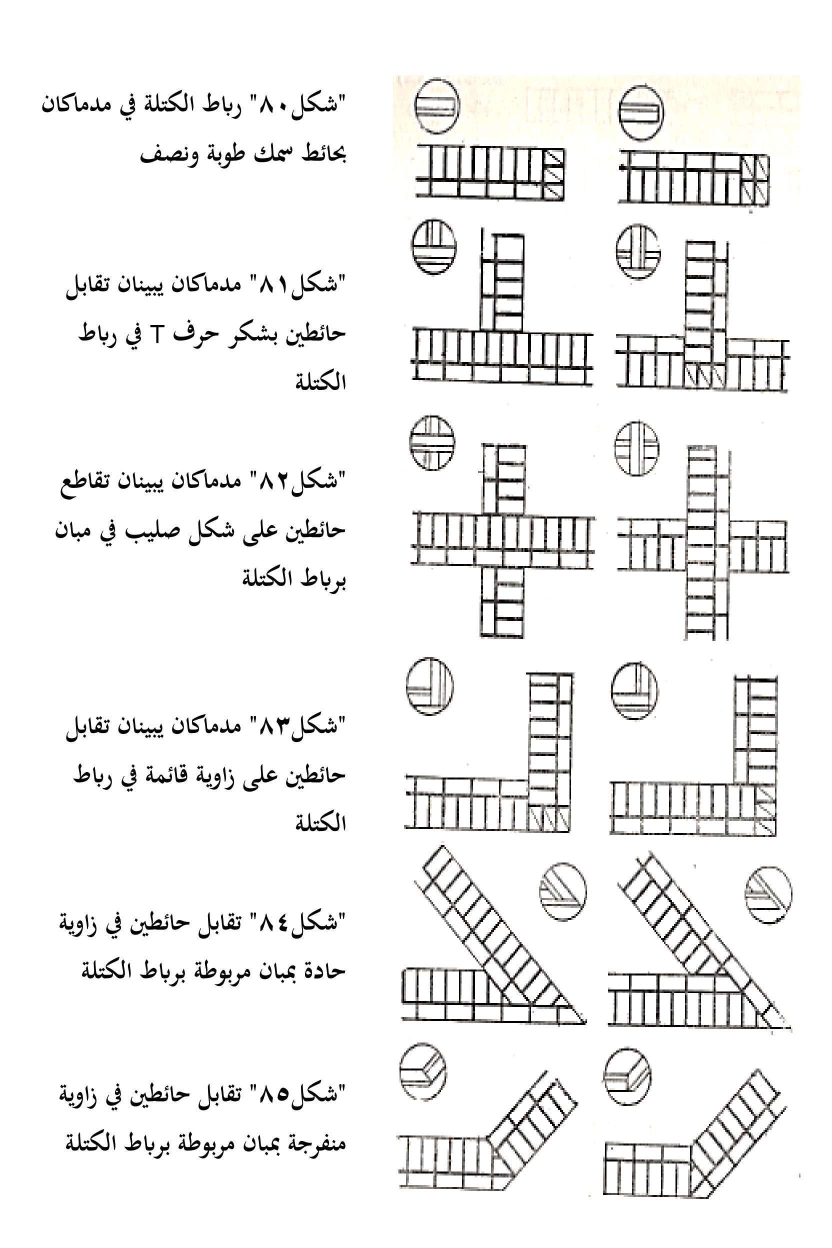
"شكل٧٥" مدماكان يبينان تقابل حائطين على شكل حرف T

"شكل٧٦" مدماكان يبينان تقاطع حائطين في رباط الكتلة

"شكل٧٧" تقابل حائطين على زاوية قائمة في رباط الكتلة

"شكل٧٨" تقابل حائطين في زاوية حادة في رباط الكتلة

"شكل٧٩" تقابل حائطين على زاوية منفرجة فى رباط الكتلة



"شكل٨٠" رباط الكتلة في مدماكان بحائط سمك طوبة ونصف

"شكل٨١" مدماكان يبينان تقابل حائطين بشكر حرف T في رباط الكتلة

"شكل٨٢" مدماكان يبينان تقاطع حائطين على شكل صليب في مبان برباط الكتلة

"شكل٨٣" مدماكان يبينان تقابل حائطين على زاوية قائمة في رباط الكتلة

"شكل٨٤" تقابل حائطين في زاوية حادة بمبان مربوطة برباط الكتلة

"شكل٨٥" تقابل حائطين في زاوية منفرجة بمبان مربوطة برباط الكتلة

في المدماك الواحد إذا رصت القوالب "آديات" بأحد ضلعي الزاوية فتكون القوالب في الضلع الثنائي للزاوية مرصوصة بشكل "شناويات".

كما أنه يمكن أن تتقاطع الحوائط أو تتقابل بأي زاويةٍ حسب طبيعة العمل سواء اتحدت في الأسماك أو اختلفت. ونرى في "شكل ٧٤" الرباط في مدماكين بحائط سمك طوبة، وفي الأشكال "من ٧٥ إلى ٧٩" ترى طريقة البناء بطوبة للحوائط المتقابلة أو المتقاطعة ولزوايا المختلفة —ونرى كذلك في الأشكال "من ٨٠ إلى ٨٥" الرباط في حائطٍ بسمك طوبة ونصف، وفي الأشكال "من ٨٦ إلى ٩١" الرباط في حائط بسمك طوبتين.

طريقة الرباط الصليبي:

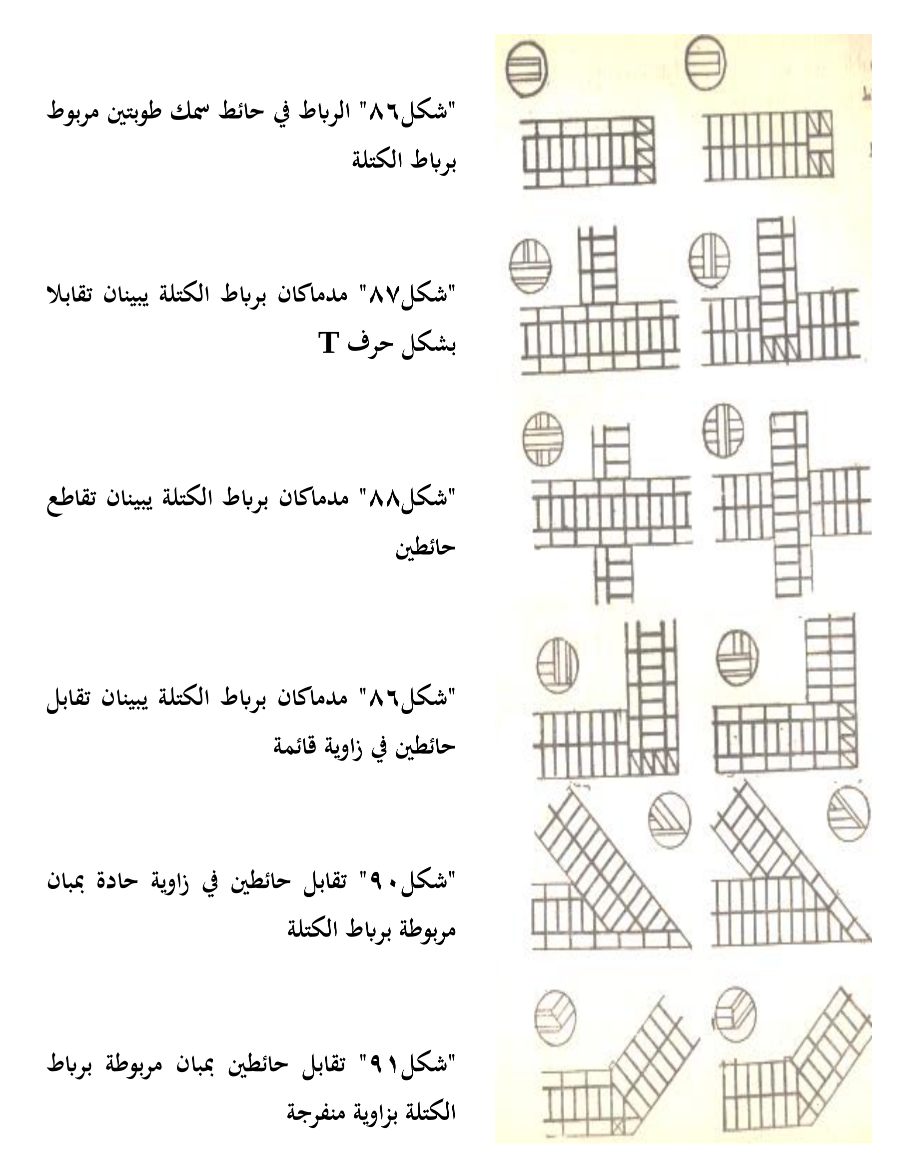
ويمكن أن نرى في طريقة الرباط الصليبي محاولةً لإيجاد شكلٍ زخرفي خاص في واجهة البناء في الحوائط التي يترك سطحها الخارجي بدون بياض، إلا أنه لم يمكن تكوين الرباطات في هذه الطريقة في حدود مدماكين متكررين من المباني، بل عالجها البناء في حدود أربعة مداميك تتكرر مع ارتفاع البناء كما نرى في "شكل ٩٢".

ونلاحظ في الرباط الصليبي لحائطٍ بعرض طوبةٍ واحدةٍ أن رص الطوب في المدماك الأول آدية "١ شكل ٩٣". وفي المدماك الثاني "٢ شكل ٩٣" رص الطوب على شكل شناوي وبدأه بترويسة ثلاثة أربا ع طوبة لإيجاد طية بعرض نصف طوبة.

أما الرص في المدماك الثالث "٣ شكل ٩٣" فهو على شكل آدية، ويليه المدماك الرابع "٤ شكل ٩٣" وقد صف به الطوب على شكل

شناوي بحيث يبدأ بترويسة ربع طوبة يليها طوبة آدية ثم باقي المدماك شناوي.

هذا الوضع يعطينا شكل صليبٍ متكرر كل أربعة مداميك، وأساسه وحدة من طوبة شناوي يقع في منتصفها بالمدماكين العلوي والسفلي طوبة آدية بحيث يقع على الجانب الآخر من صفي الآدية اللحام الرأسي لصفي الشناوي في المدماكين التاليين، كما رأينا في ١، ٢، ٣، ٤ "شكل ٩٣".



"شكل٨٦" الرباط في حائط سمك طوبتين مربوط برباط الكتلة

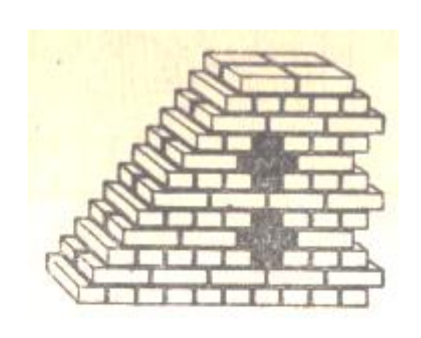
"شكل٨٧" مدماكان برباط الكتلة يبينان تقابلا بشكل حرف T

"شكل٨٨" مدماكان برباط الكتلة يبينان تقاطع حائطين

"شكل٨٦" مدماكان برباط الكتلة يبينان تقابل حائطين في زاوية قائمة

"شكل٩٠" تقابل حائطين في زاوية حادة بمبان مربوطة برباط الكتلة

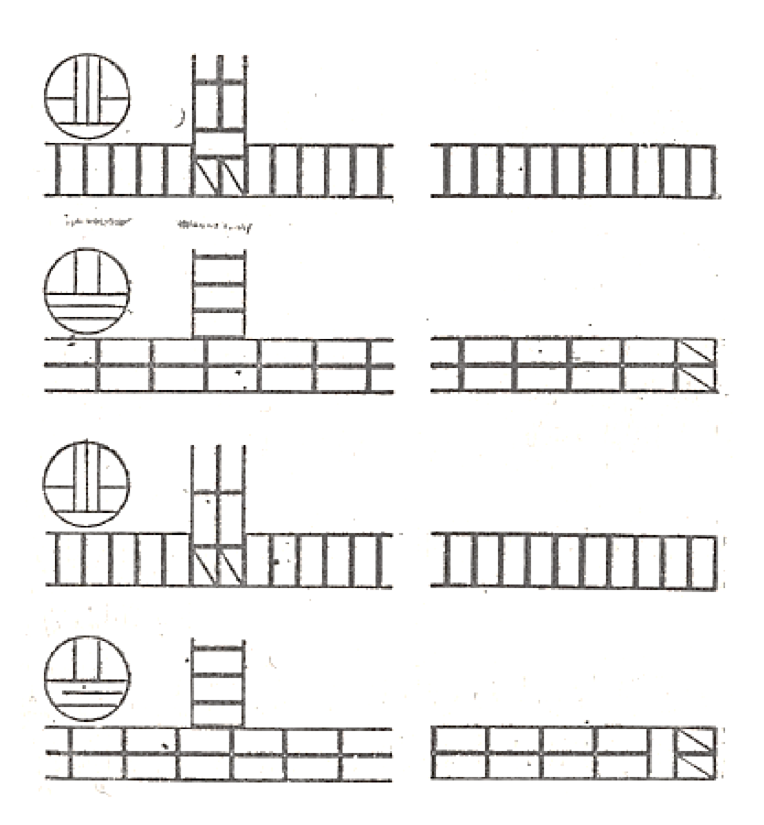
"شكل٩١" تقابل حائطين بمبان مربوطة برباط الكتلة بزاوية منفرجة



"شكل٩٢" رسم منظور يبين المداميك بحائط سمك طوبة بطريقة الرباط الصليبي.

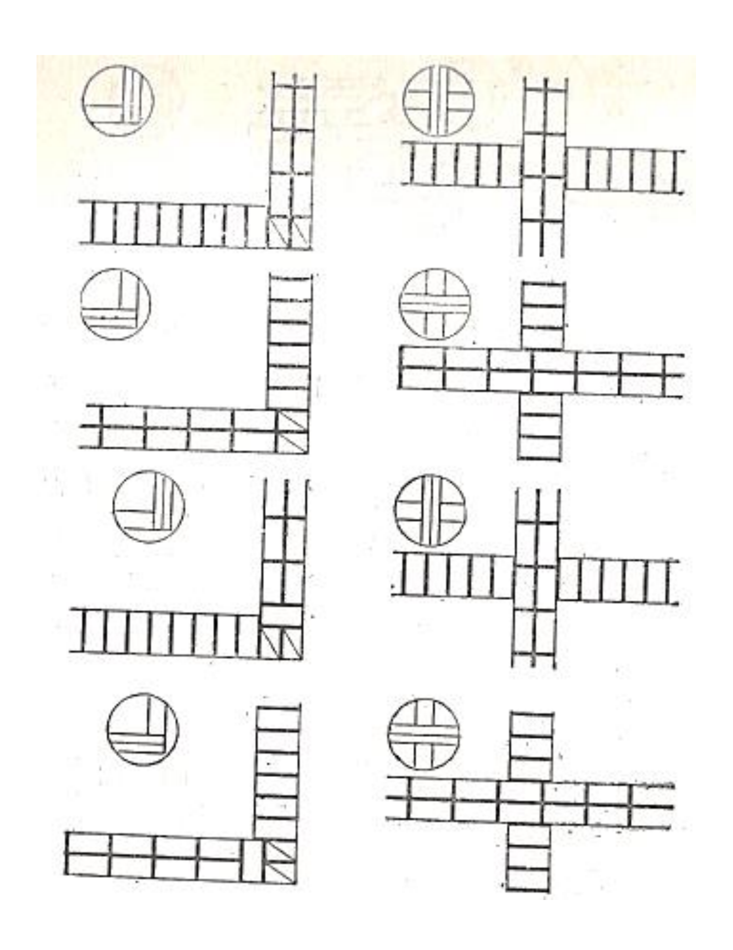
ويتبع هذا النظام في الحوائط المتقابلة بشكل حرف T "شكل ٩٤" والمتقاطعة والتي على شكل زاوية قائمة أو حادة أو منفرجة "شكلي ٩٦، ٩٧" ينفس سمك الحائط أي طوبة واحدة.

وكذلك في الحوائط بسمك ١.٥ طوبة أو بسمك طوبتين، نرى المحافظة على نفس التأثير بالوجهة في رصه لا تختلف عن الطريقة المستعملة في الرباط المصري السابق شرحه إلا في الحلول المستعملة في بداية المداميك الأربعة وترتيبها بعمل ترويسه وإيجاد الطية في وضعها المناسب الذي يحدد العلاقة في المداميك الأربعة التي يتكون منها الرباط.



"شكل٩٣" أربعة مداميك من حائط مبني على طريقة الرباط الصليبي بعرض طوبة

"شكل٩٤" أربعة مداميك على النظام الصليبي من حائطين متقابلين على شكل حرف T بعرض طوبة

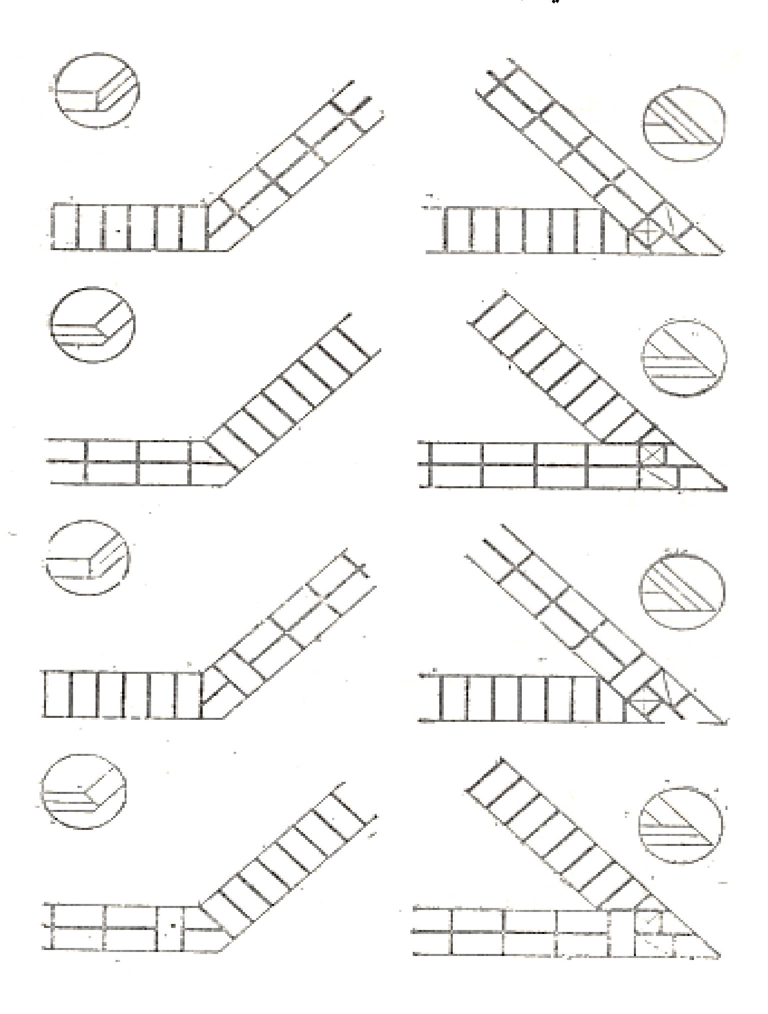


"شكل٩٥" أربعة مداميك تبين تقاطع حائطين بسمك طوبة في نظام الرباط الصليبي

"شكل٩٦" أربعة مداميك تبين تقابل حائطين بزاوية قائمة في الرباط الصليبي

ويشرح الرسم في الأشكال المختلفة المنشورة للساقط الأفقية للمداميك طريقة ربطها ببعضها سواء في الحوائط العادية أو المتقابلة بشكل حرف T، أو المتقاطعة، أو التي تكون زوايا مختلفة ... قائمة أو حادة أو منفرجة كما ترى في الأشكال من ٩٧ إلى ١١٠.

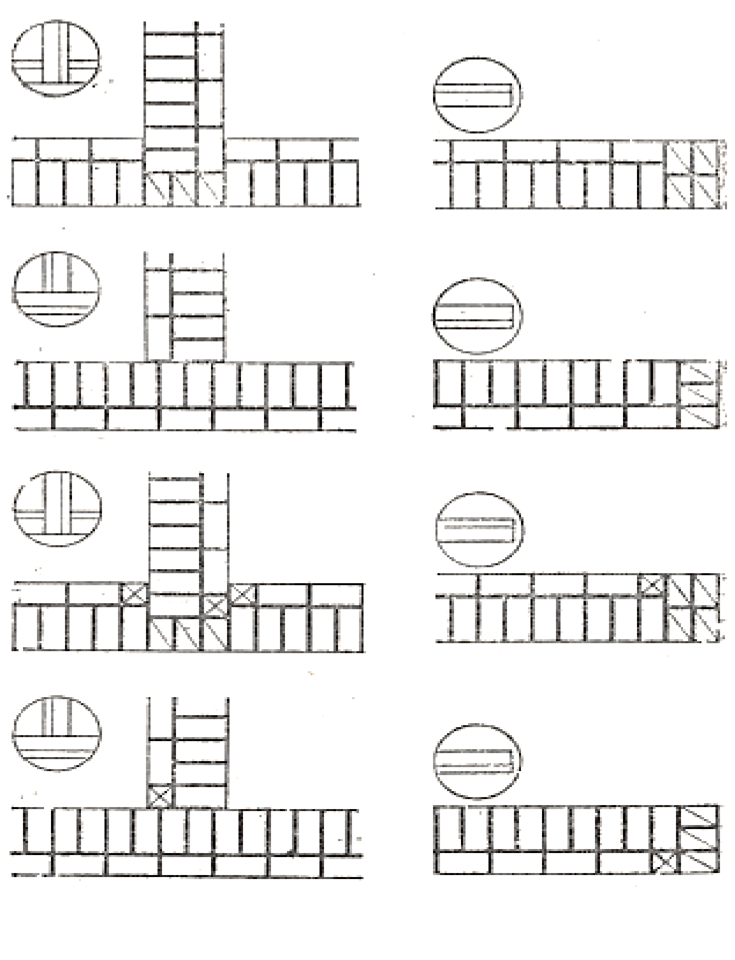
"الرباط الصليبي في حائط بسمك طوبة"



"شكل٩٧" أربعة مداميك توضح تقابل حائطين في زاوية حادة في الرباط الصليبي

"شكل٩٨" أربعة مداميك توضح تقابل حائطين في زاوية منفرجة في الرباط الصليبي

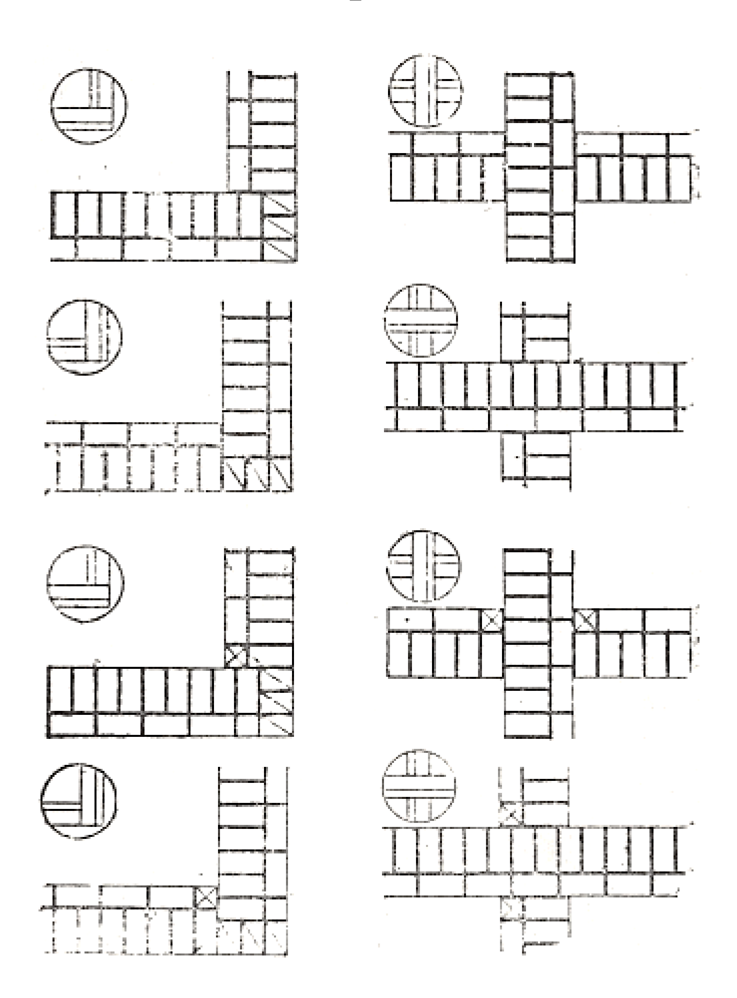
"الرباط الصليبي في حائط سمك $\frac{1}{2}$ ١ صوبه



"شكل١٠٠" أربعة مداميك
في حائطين متقابلين بشكل T
بسمك طوبة ونصف

"شكل٩٩" أربعة مداميك في
حائط مبني بالرباط الصليبي
بسمك طوبة ونصف

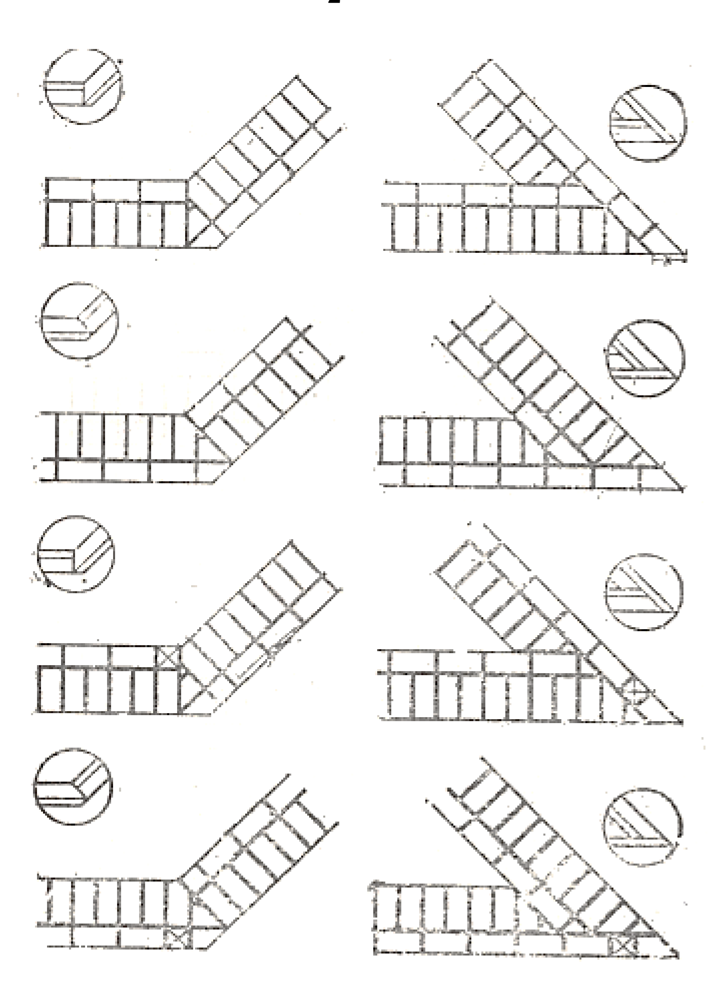
"الرباط الصليبي في حائط سمك $\frac{1}{2}$ ١ طوبة"



"شكل١٠١" أربعة مداميك تمثل حائطين متقاطعين بسمك طوبة ونصف بالرباط الصليبي

"شكل١٠٢" أربعة مداميك تمثل حائطين متقابلين في زاوية قائمة بالرباط الصليبي

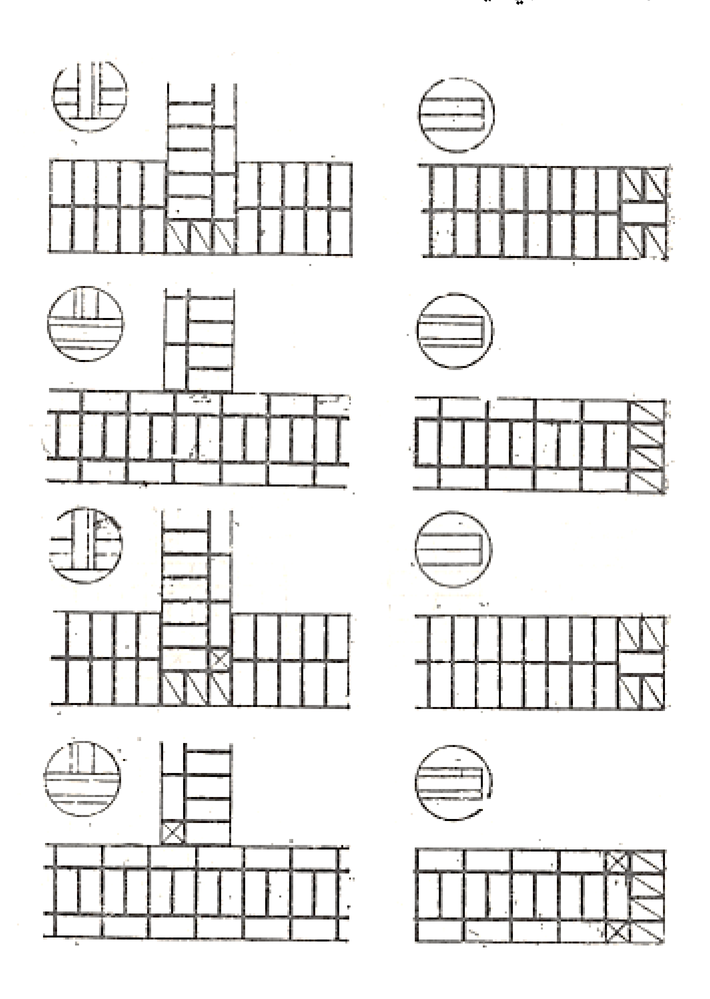
"الرباط الصليبي في حائط سمك $\frac{1}{2}$ ١ طوبة"



"شكل١٠٣" أربعة مداميك تمثل حائطين متقابلين في زاوية حادة بمبان مربوطة بالرباط الصليبي

"شكل١٠٤" أربعة مداميك تمثل حائطين متقابلين في زاوية منفرجة بمبان مربوطة بالرباط الصليبي

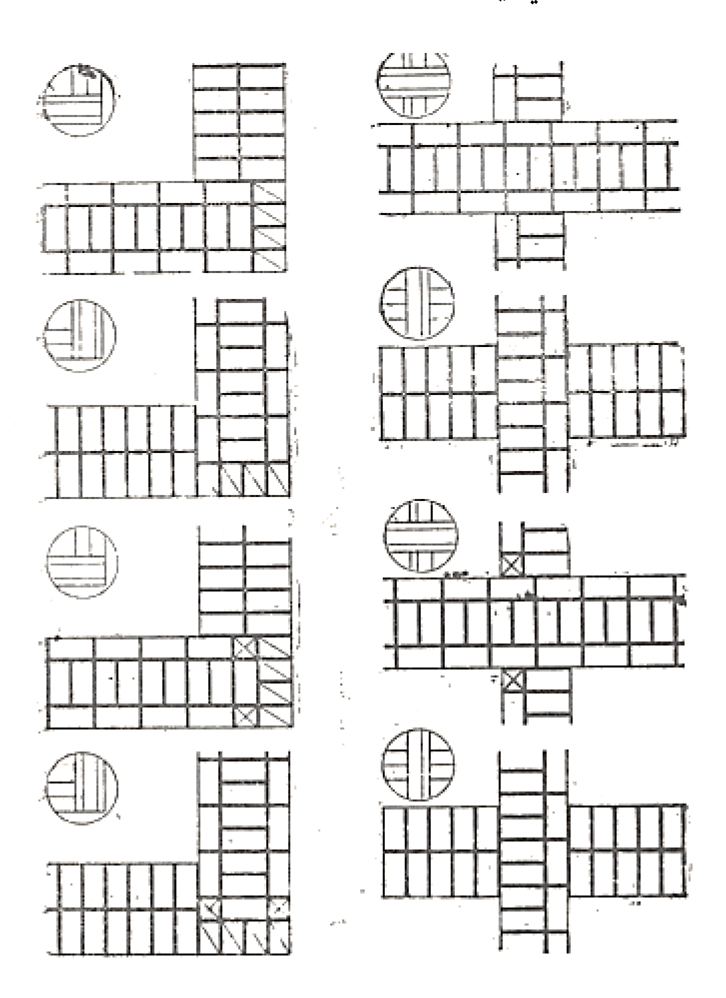
"الرباط الصليبي في حائط سمك طوبتين"



"شكل١٠٥" أربعة مداميك
مختلفة تمثل حائط سمك طوبتين
مبنيا على نظام الرباط الصليبي

"شكل١٠٦" أربعة مداميك
حائطين أحدهما سمك طوبة
ونصف والآخر سمك طوبتين
بشكل حرف **T**

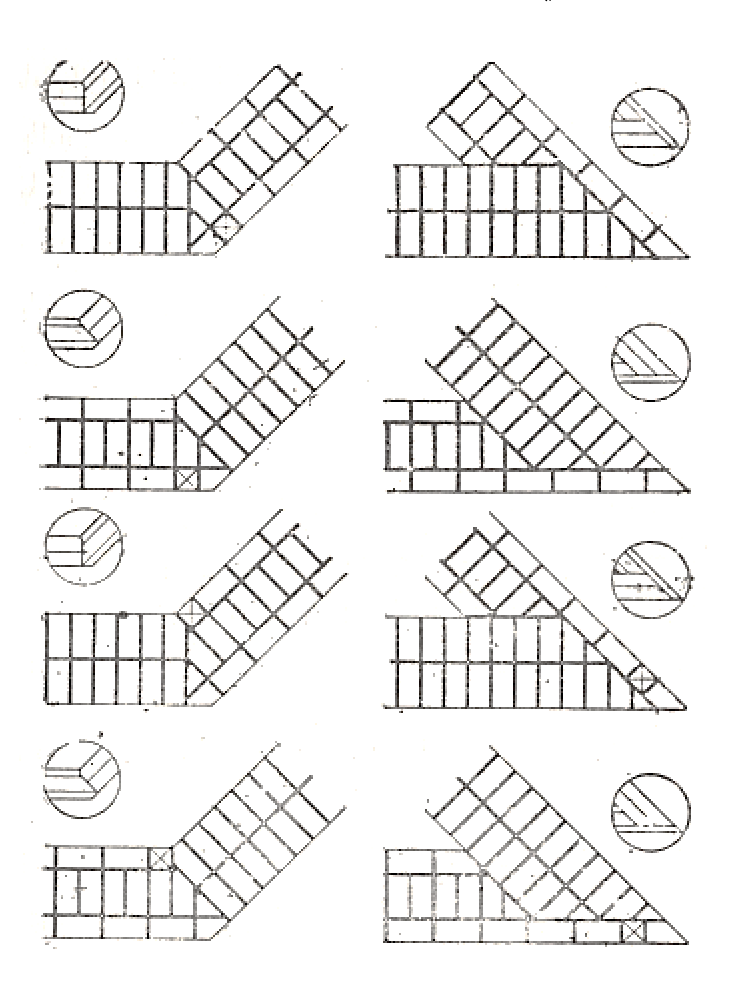
"الرباط الصليبي في حائط بسمك طوبتين"



"شكل١٠٧" أربعة مداميك تمثل حائطين متقاطعين أحدهما بسمك طوبة ونصف الآخر بسمك طوبتين

"شكل١٠٨" أربعة مداميك تمثل تقابل حائطين بسمك طوبتين في زاوية قائمة بالنظام الصليبي

"الرباط الصليبي في حائط بسمك طوبتين"



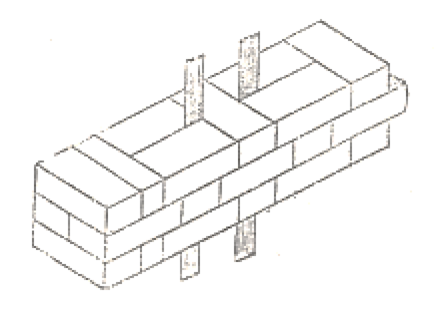
"شكل١٠٩" أربعة
مداميك تمثل تقابل
حائطين سمك طوبتين في
زاوية حادة بالرباط

"شكل١١٠" أربعة
مداميك تمثل تقابل
حائطين سمك طوبتين في
زاوية منفرجة بالرباط

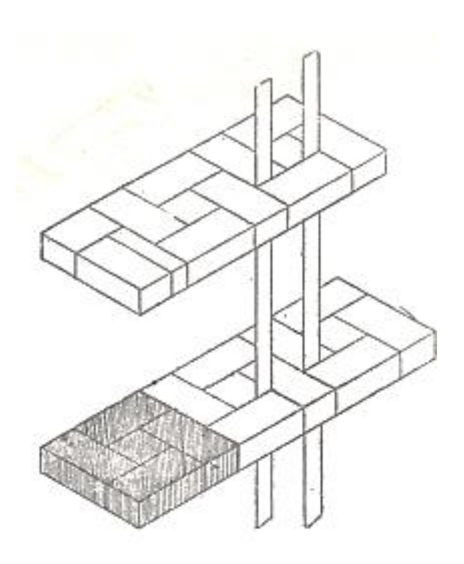
عرفت هذه الطريقة كطريقة من طرق ربط البناء، وبالرغم من استعمالها أحياناً لعامل الوفر إلا أنها نادرة الاستعمال في وسط أوروبا، ويعتبرون دراستها ارتباطاً بالتاريخ .. حتى أن بعض المراجع يذكرها هي والطريقة البولندية، ثم يعلق عليها بأنها من الأربطة التاريخية التي لا تستعمل إلا نادراً، إلا أننا سننوه هنا عنها للتعرف عليها ...

فالرباط البلدي أو الفلمنكي أضعف قوة من الرباط المصري أو رباط الكتلة السابق شرحه لأن به بعض اللحامات الرأسية متصلة، إلا أنها تكسب الواجهة شيئاً من الجمال لاحتواء كل مدماك على قوالب أديات وشناويات، إذ يوضع شناوي تحت منتصف قال شناوي ... وفي نفس الوقت فهي أرخص لاستعمال أجزاء من الطوب. وبالرغم من ذلك فأنها غير قوية وغير مرغوب في استعمالها لاتصال بعض اللحامات الرأسية كما ذكرنا وكما نرى في "شكل ١١١" في حائط من طوبة وفي "شكل ١١٢" حائط من طوبتين، وترى فيه الوحدة المتكررة مشهرة.

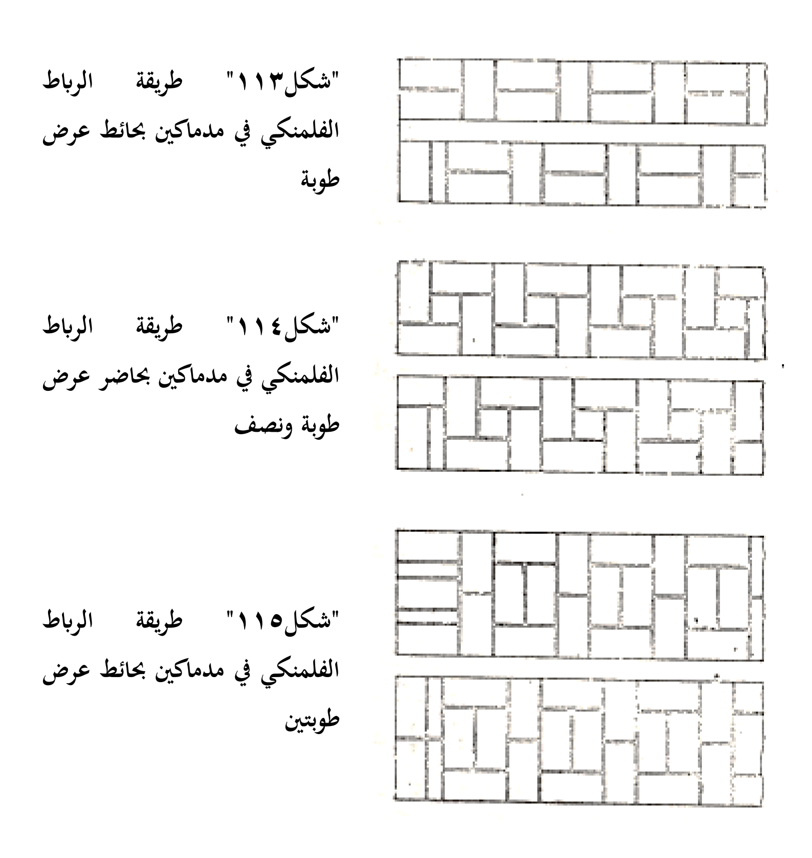
وفي "شكل ١١٣" نرى الرباط البلدي أو الفلمنكي مشروحاً في مدماكين من حائط بعرض طوبة مع بيان كيفية رباط النهاية. ويفضل استعمال هذه الطريقة في الحوائط سمك طوبة التي يراد أن تترك بدون بياض أي تكون مصنوعة من الطوب قطع السلك أو المزججة أو الطوب الرملي للواجهات ..



"شكل١١١" اتصال اللحامات الرأسية في حائط بعرض طوبة



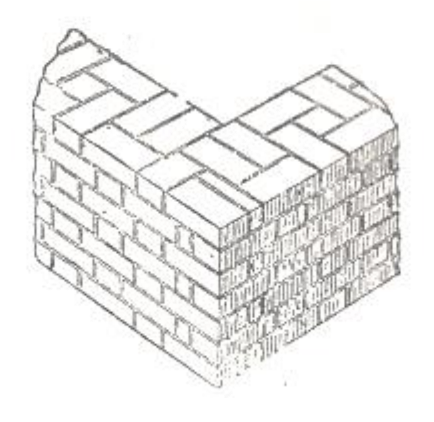
"شكل١١٢" اتصال اللحامات الرأسية في حائط عرضه طوبة ونصف



"شكل١١٣" طريقة الرباط الفلمنكي في مدماكين بحائط عرض طوبة

"شكل١١٤" طريقة الرباط الفلمنكي في مدماكين بحاضر عرض طوبة ونصف

"شكل١١٥" طريقة الرباط الفلمنكي في مدماكين بحائط عرض طوبتين



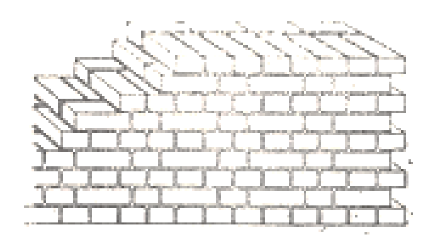
"شكل١١٦" تقابل حائطين بعرض طوبة بزاوية قائمة

وفي "شكل ١١٤" نرى مدماكين من حائط سمك طوبة ونصف، كما يبين "شكل ١١٥" مدماكين من حائط سمك طوبتين، وكذلك "شكل ١١٦" به رسم منظور يشرح اتصال حائطين سمك ١.٥ طوبة مع بعضهما على زاوية قائمة.

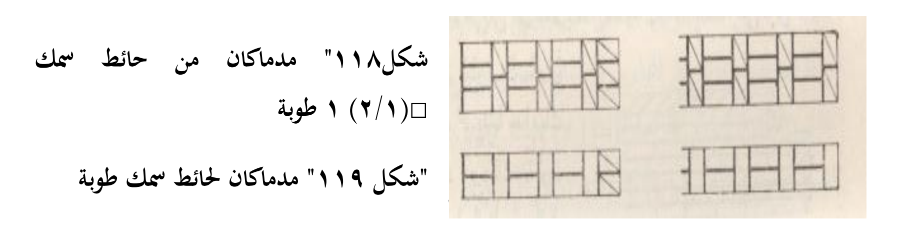
طريقة الرباط البلدي البسيط:

أما الرباط البلدي أو الفلمنكي البسيط فيرشحها "شكل ١١٧" الذي نرى فيه رسم منظور لحائط سمك ١.٥ طوبة مبنى بالطريقة البسيطة. كما يشرح "شكل ١١٨" الرباط لمدماكين ١.٥ طوبة، وكذلك "شكل ١١٩" الرباط لمدماكين بعرض طوبة واحدة.

ونلاحظ في رباط الحائط بسمك ١.٥ طوبة انه قد رصت القوالب في الواجهة الخارجية تبعاً للطريقة الفلمنكية المزدوجة كما رصت في الواجهة الأخرى تبعاً للطريقة المصرية. ونرى أن هذه الطريقة تكسب البناء متانة أكثر من الطريقة المزدوجة.



"شكل١١٧" رسم منظور لحائط سمك $\frac{1}{2}$ ١ طوبة



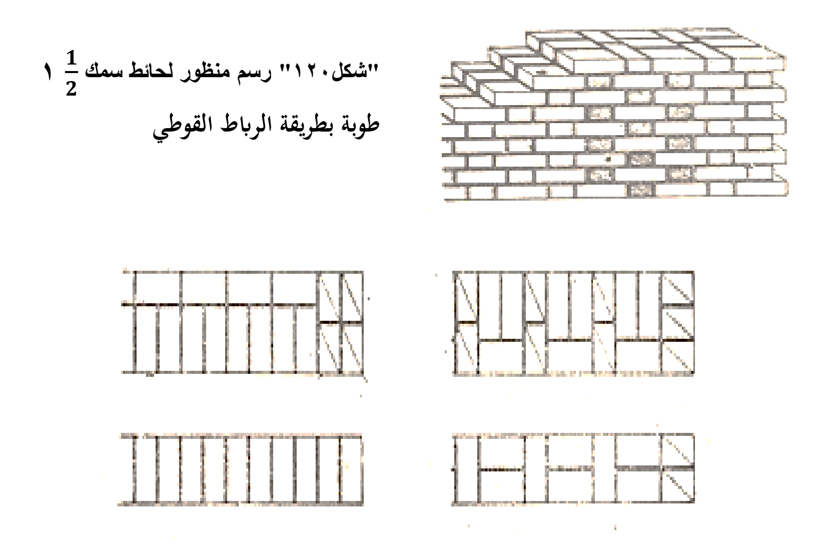
شكل١١٨" مدماكان من حائط سمك □(٢/١) ١ طوبة

"شكل ١١٩" مدماكان لحائط سمك طوبة

طريقة الرباط القوطي أو البولاندي:

ونرى في "شكل ١٢، ١٢١، ١٢٢" رسوماً تشرح طريقة الرباط القوطي أو البولانيد الذي يختلف عن الرباط البلدي المركب أو المزدوج لأن الرباطات بعرض الكلين تصل بين واجهتي الحائط. أما المظهر الخارجي لواجهتي الحائط فلا يختلف عن الطراز البلدي المزدوج في شيء.

"شكل١٢٠" رسم منظور لحائط سمك $\frac{1}{2}$ ١ طوبة بطريقة الرباط القوطي



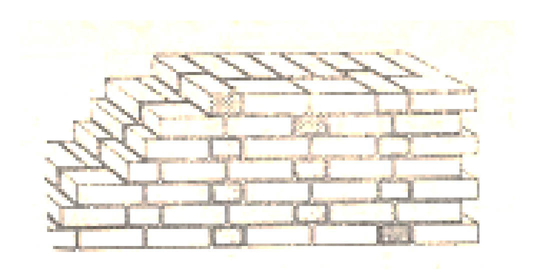
"شكل١٢١" مدماكان من حائط $\frac{1}{2}$ ١ طوبة

"شكل١٢٢" مدماكان من حائط سمك طوبة

طرقة الرباط الشناوي المزدوج:

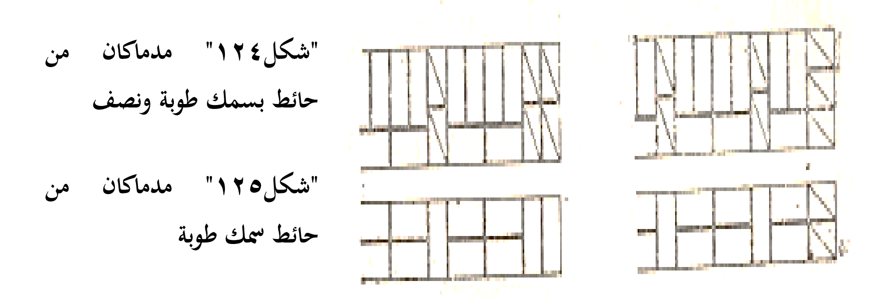
وهذه الطريقة فيها محاولة لعرض عدد من الشناويات أكثر على مسطح البناء وهي تشترك مع طريقة الرابط القوطي السابقة في أن الرباطات بعرض الكلين تصل بين واجهتي البناء، ولذلك فيطلق على هذه الطريقة أيضاً الفلمنكي أو البولندي ذو الشناوي المزدوج ... وتفضل في المباني التي تترك واجهاتها بدون بياض، وتظهر في الواجهة بشكل زخرفي إذ يكون الترتيب في رص الطوب أن تظهر طوبة أدية كل طوبتين شناوي في رصة المدماك، ومن طريقة الرص أنت التسمية "الشناوي المزدوج".

ونرى في "أشكال ١٢٣، ١٢٤، ١٢٥" رسوماً تشرح هذه الطريقة في مبان بعرض طوبة وبعرض طوبة ونصف.



"شكل١٢٣" منظور لحائط سمك $\frac{1}{2}$ ١ طوبة في الرباط الشناوي المزدوج

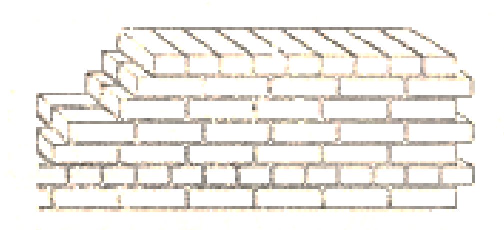
طريقة الرباط الأمريكي:



"شكل١٢٤" مدماكان من حائط بسمك طوبة ونصف

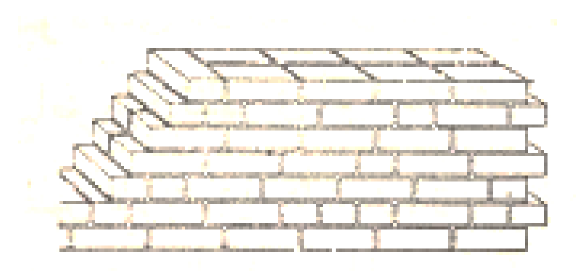
"شكل١٢٥" مدماكان من حائط سمك طوبة

ويختلف الرباط الأمريكي عن الأربطة السابقة إذ أنه يعتمد على عمل ثلاثة أو أربعة مداميك من الطوب الشناوي وفوقها مدماك أدية، ثم يليها مداميك الشناوي .. الخ، وبذلك تكون الفواصل الرأسية بطول البناء متصلة في ثلاثة أو أربعة مداميك متتالية كما نرى في "شكل ١٢٦".



"شكل ١٢٦" رسم منظور يبين طريقة الرباط الأمريكي

وهي طريقة بدائية غير منتظمة في الأربطة ولذلك يسميها الألمان الطريقة المتوحشة Wilder أو الهمجية. ونرى في "شكل ١٢٧" رسم منظور بين حائطاً استعملت فيه هذه الطريقة التي قد نرى استعمالها في بعض المباني البدائية ولكنها ليست من الطرق المنتشر استعمالها الآن، وما ذكرناها هنا إلا على سبيل التسجيل للمعرفة والمقارنة.



"شكل ١٢٧" رسم منظور يبين طريقة الرباط الهمجية أو غير المنتظمة

طريقة الميل بنوعيه المفرد والمزدوج:

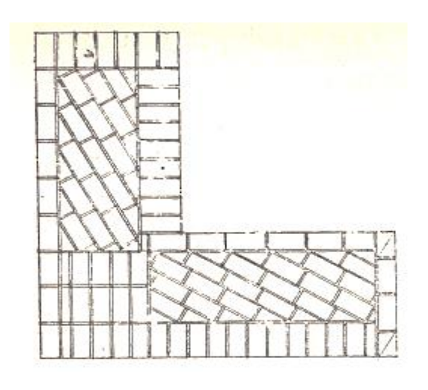
في الحوائط السمكية التي يكون في واجهة مدماكها رص القوالب على هيئة شناويات أو أديات، ويراد تقويتها، ترص القوالب داخل سمك الحائط مائلة على اتجاه طولها بطريقتين، تعرف الأولى بطريقة الميل المفرد، وتعرف الثانية بطريقة الميل المزدوج أو السلسلة أو المضفور.

١- والطريقة الأولى وهي الميل المفرد ترص فيها القوالب في المدماك بحيث تكون مائلة من ٣٠° إلى ٤٥° تبعاً لعرض الطوبة – ونرى في "شكل ١٣٠" رسماً يوضح طريقة رص القوالب في المداميك المختلفة وذلك بتحديد رباط الناصية أولاً ثم ترص القوالب المحددة للواجهات، ثم يوضع القالب الأول "١" في الزاوية بحيث يلامس ركناه القوالب المصفوفة في واجهتي ركن البناء في أ، ج. ويكون في الوقت نفسه مائلاً على اتجاه طول الحائط حسب الزاوية المطلوبة، ثم يرص القالب الثاني "٢" ثم القالب الثالث "٣" بحيث يكون وضع هذه القوالب على استقامة القالب الأول "١"، كما يكون الركن الأسفل في القالب "٣" ملامساً لسطح داخلية

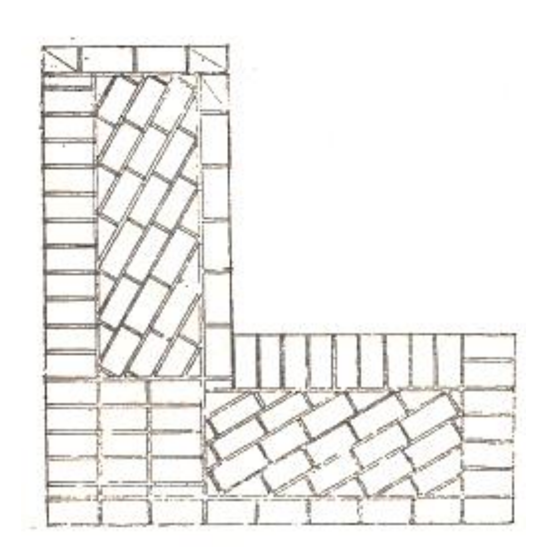
القوالب المرصوصة على الواجهة الأخرى من المدماك. وبعد تحديد هذا الجزء يمكن رص القوالب الباقية.

وفي المدماك الثاني يكون ميل القوالب مضاداً للميل الأول كما نرى في "شكل ١٢٨، ١٢٩". وهذه الطريقة التي تستعمل لربط المداميك في بعض المباني السمكية، ونلاحظ أن استعمالها عادة يكون بعد بناء عدة مداميك "أربعة أو خمسة" بالطريقة العادية، ويعمل بعدها مدماك بطريقة الميل ثم يليه عدة مداميك أخرى بالطريقة العادية ثم مدماك آخر بطريقة الميل إلا أن ميله يكون مضاداً لاتجاه الميل الأول.

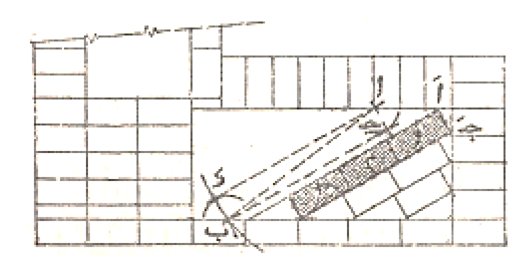
أما طريقة تحديد الميل بطريقة الرسم فيعمل عادة برسم الرصة الأصلية لوجهات الحائط ولتكن من شناويات في واجهة وأديات في الوجهة الأخرى.



"شكل١٢٨" المدماك الثاني من حائط سمك $\frac{1}{2}$ ٣ طوبة مبني برباط الميل



"شكل١٢٩" المدماك الأول من حائط سمك $\frac{1}{2}$ ٣ طوبة مبني برباط الميل

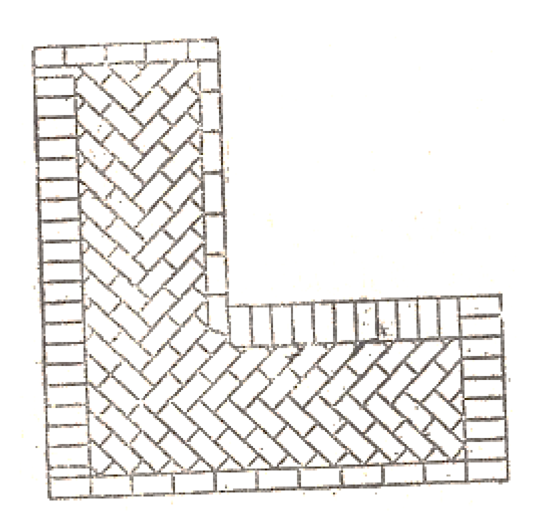


"شكل١٣٠" رسم توضيحي لطريقة تحديد ميل رصة الطوب في الميل المفرد

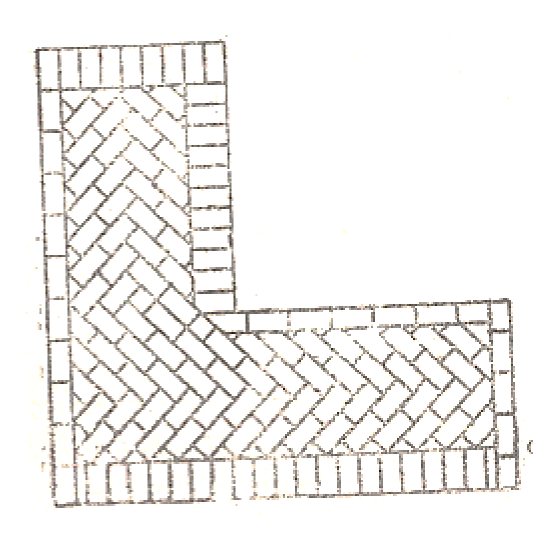
كطريقة الرباط المصري، كما نرى في "شكل ١٣٠"، ثم تركز في نقطة أ "وهي أي نقطة على داخلية رصة واجهة الحائط من الأديات". وبفتحة تساوى عرض الحائط نرسم قوساً يقابل داخلية الشناويات في وجهة الحائط الأخرى في ب، وإذا ركزنا في أ وبفتحه تساوى عرض الطوبة ونرسم قوساً، وبنفس الفتحة تركز في ب ونرسم قوساً، ثم نرسم الخط ب ج، بحيث يكون مماساً للقوس الأول في ج، ونرسم كذلك أ د بحيث يكون

مماساً للقوس الثاني في د، ثم نواصل أ جـ، ب د فينتج المستطيل أ جـ ب د هو وضع رص الطوب في ميله الطبيعي المطلوب.

٢- طريقة الميل المزدوج وتعرف بطريقة السلسلة أو المضفور لتعامد اتجاه رصة القوالب في الحشو بحيث تظهر في شكلها بالمسقط كالسلسلة أو كالضفيرة أما ميل القوالب فهو دائماً بزاوية ٤٥° كما نرى في "شكل ١٣١، ١٣٢"، وهي تستعمل عادة في الحوائط التي يزيد سمكها عن ٤ قوالب. كما تستعمل كذلك هذه الرصة في بعض الأحوال في الأرضيات أو واجهات المباني كشكل زخرفي كما سنرى عند الكلام عن الزخارف.



"شكل ١٣١" المدماك الأول لحائط سمك $\frac{1}{2}$ ٤ طوبة مبني بطرية الميل المزدوج



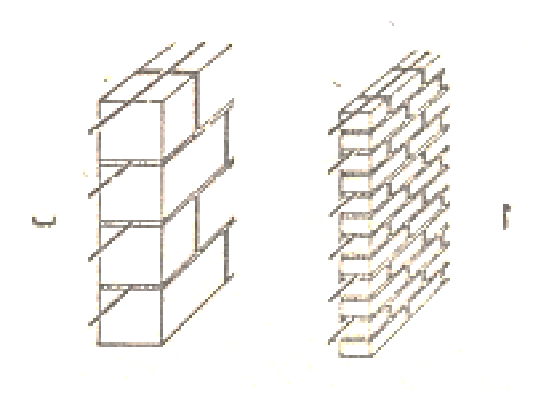
"شكل١٣٢" المدماك الثاني لحائط سمك $\frac{1}{2}$ ٤ طوبة مبني بطريقة الميل المزدوج

طريقة تقوية الرباطات بالتسليح:

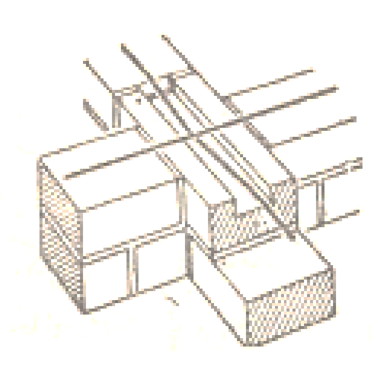
وعندما يراد تقوية الرباطات خوفاً من التصدع أو الهبوط غير المتوازن فإن المهندس يلجأ عادة إلى مادة أخرى للتقوية كالأسياخ أو الخوص الحديدية أو الشبك الحديدي أو الشبك الممد الذي يوضع على المدماك بحيث يكون عرضه أقل من عرض الحائط على أن هذه التقويات على فترات كل أربعة مداميك أو خمسة وتوضع عادة في فرش من مونة أسمنتية.

وقد استعملت هذه الطريقة أو فكرتها في مباني الأجر عند قدماء المصريين بوضع الأخشاب أو القش أو الحلفة أو البوص فوق المداميك لتقويتها واستمر استعمالها حتى العهد القطبي ثم العهد الإسلامي الحاضر .. كما استعمل المهندس العالمي فرنك لويد ريت التقوية بالخواص الحديد في بعض مبانيه بغرض التقوية أيضاً.

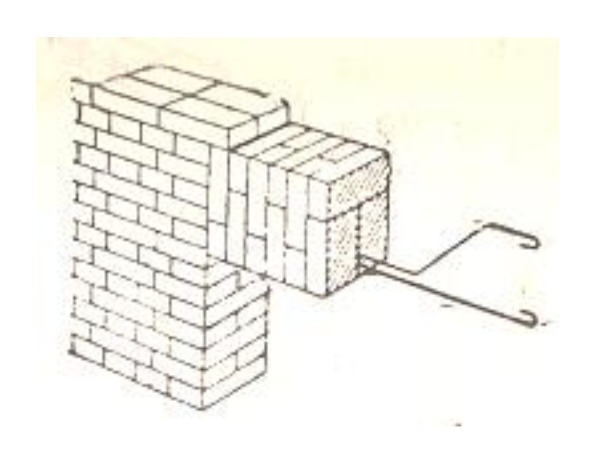
وقد تعمل كذلك التقوية بالأسياخ في المباني بعرض نصف طوبة لتقويتها على أن توضع الأسياخ الحديدية في المباني العادية كل مدماكين "شكل ١٣٣أ".



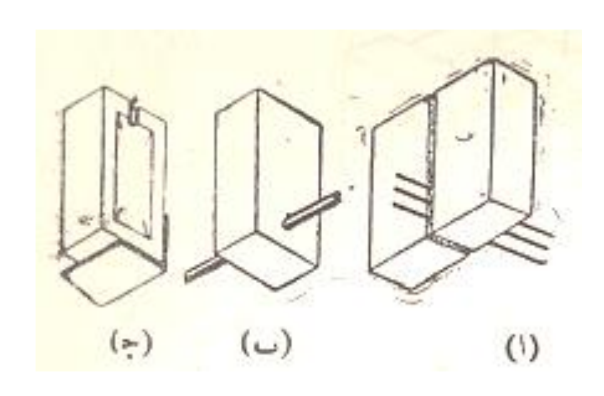
"شكل١٣٣" طريقة تسليح الحوائط المبنية بالطوب



"شكل١٣٤" طوبة خاصة لتقاطع حوائط الطوب المسلحة



"شكل١٣٥" تسليح اعتاب الفتحات المبنية بالطوب الظاهر

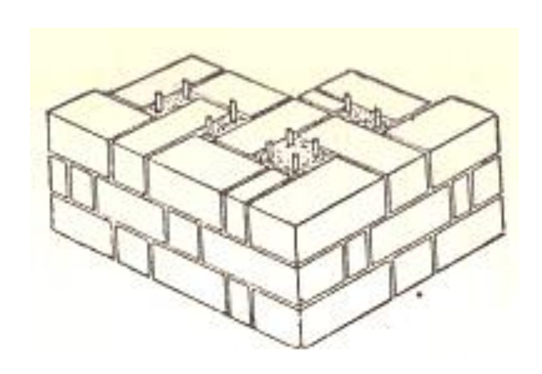


"شكل١٣٦" تقوية اعتاب الفتحات المبنية بالطوب الظاهر

كما تستعمل بنفس الطريقة في المباني المصنوعة من طوب أسمنتي بحيث لا يزيد سمك الطوبة عن ١٢سم، أما في حالة استعمال الطوب السميك الذي يزيد عن ١٢سم فيمكن أن يكون التسليح لكل مدماك كما نرى في "شكل ١٣٣ ب". وعند تقاطع الحوائط توضع طوبة خاصة "بها تفريغ في الوسط" بحيث يمكن أن يمر فيها سيخاً التسليح المتقاطعان الواحد فوق الأخر، كما نرى في "شكل ١٣٤". وقد تستعمل التقوية

بالأسياخ كذلك في ربط أعتاب الفتحات التي تعمل من الطوب الظاهر في الواجهة بحيث يكون مرور الأسياخ بين طوبتين "شكل **١٣٥**، شكل **١٣٦** أ"، أو يثقب مكان لها في الطوبة "شكل **١٣٦** ب" كما يمكن تحميل الطوب على زاوية حديد "في الزاوية الداخلية" بحيث تظهر واجهة البناء بالطوب الظاهر "شكل **١٣٦** ج". ويعتمد في تثبيت الطوب على تماسكه بملء الفراغ والفجوة بين الطوبتين بمونة المباني من ثقب علوي، كما نرى في أعلا الطوبة "شكل **١٣٦** ج".

وبالإضافة إلى إمكان التسليح، بطريقة وضع أسياخ حديدية بين لحامات المداميك، فإنه في حوائط الطوب السميكة التي تبنى من طوبة ونصف أو أكثر يمكن تقويتها كذلك بأعمدة من الخرسانة المسلحة ادخل المباني أو في أركان المبني وذلك تحت ظروف تضطر إلى استعمال ضغوط على البناء أكثر من الضغوط التي يتحملها الطوب العادي وحده "شكل **١٣٧**" ...



"شكل١٣٧" طريقة عمل أعمدة خرسانية بحائط مصنوع من الطوب الأحمر العادي

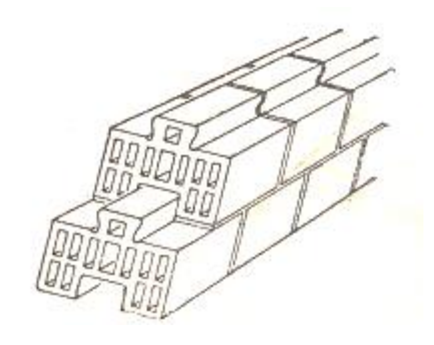
طريقة الرباط بالتعشيق:

وقد عملت بعض محاولات لعمل أنواع من الطوب يمكن أن تبنى بها الحوائط. وتربط بطريقة التعشيق حتى يسهل على الرجل غير الفني استعمالها في أغراض البناء ... وقد تستعمل هذه الأنواع من الطوب بدون مونة ويعتمد على ربطها بالتعشيق وثقلها والبياض في تماسك أجزاء الحائط وذلك في المباني السريعة المؤقتة التي يراد فكها ... كما أنه يمكن في بعض الأنواع تثبيتها بواسطة المونة التي تصب في فجوات خاصة من أعلا فتملأ العراميس.

ويبين "شكل ١٣٨" نوعاً من الطوب الأسمنتي الخاص أو من الطوب الرملي المفرغ الذي يثبت بطريقة التعشيق "عاشق ومعشوق".

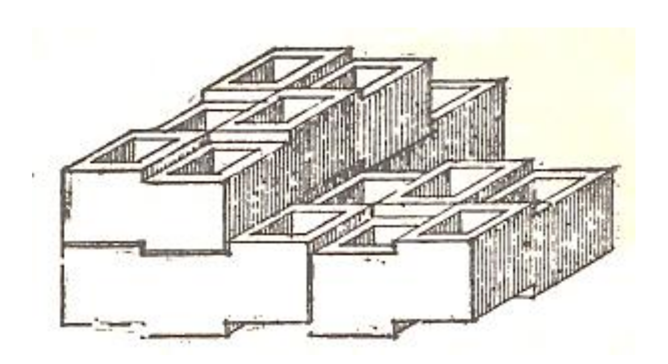
ويختلف شكل الطوبة باختلاف طريقة التعشيق ومحاولات التثبيت الأخرى كصب مونة داخل الأحجار وعمل تسليح بين المداميك أو في الأركان ... إلا أن تماسكه مع سهولة الاستعمال في تنفيذ البناء.

وهناك ما يزيد عن مائة محاولة لأشكال مختلفة لعمل الطوب الذي يربط بطريقة التعشيق ...



"شكل١٣٨" طريقة البناء بطوب أسمنتي خاص يثبت بواسطة التعشيق

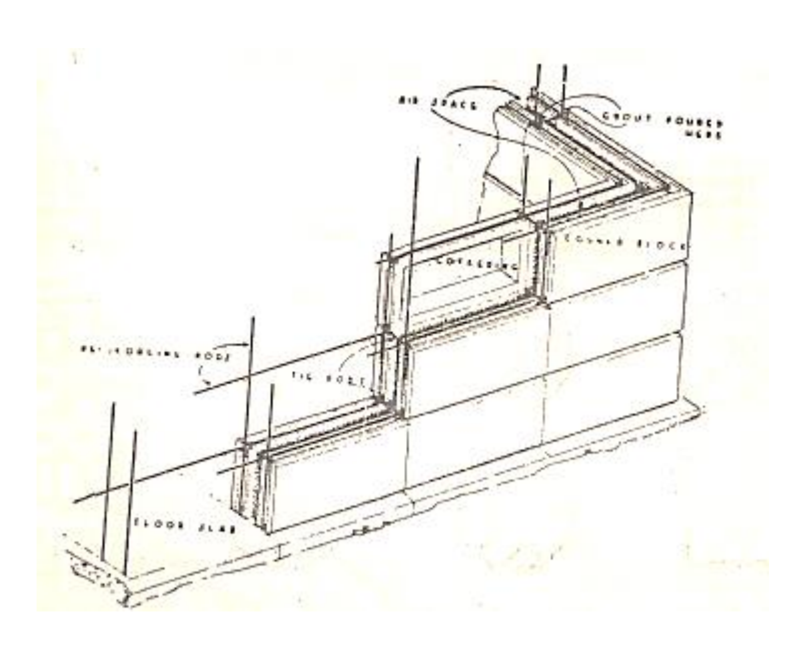
إلا أننا ننشر هنا بعضها، ومنها نموذج لطوبة ذات برواز وفراغات داخلية من هذا النوع. وهي من وحدة بمقياس ٢٤×٢٤×١٢سم، ومقسمة إلى أربعة أجزاء بحيث يزيد ارتفاع كل جزء أو انخفاضه بمقدار ١سم. وبحيث يمكن تعشيقها مع قالب طوب آخر إذا كان اللحام فوق منتصف القالب الذي تحته أو فوقه "شكل ١٣٩".



"شكل١٣٩" طريقة التعشيق بالطوب المفرغ ذي البروز والفراغات الداخلية

وهذا يجعل التماسك أقوى بين الطوب في كل المداميك. أما الأركان فيعمل لها طوب ٢٤×٣٦×١٥سم كما نرى في الرسم السابق ... وفي

هذه الطريقة يمكن صب مونة أو خرسانة داخل فجوات بالأركان المتصلة رأسياً، كما يمكن تسليحها ... في الأركان أو أماكن ارتكاز الأحمال الواجب تقويتها.

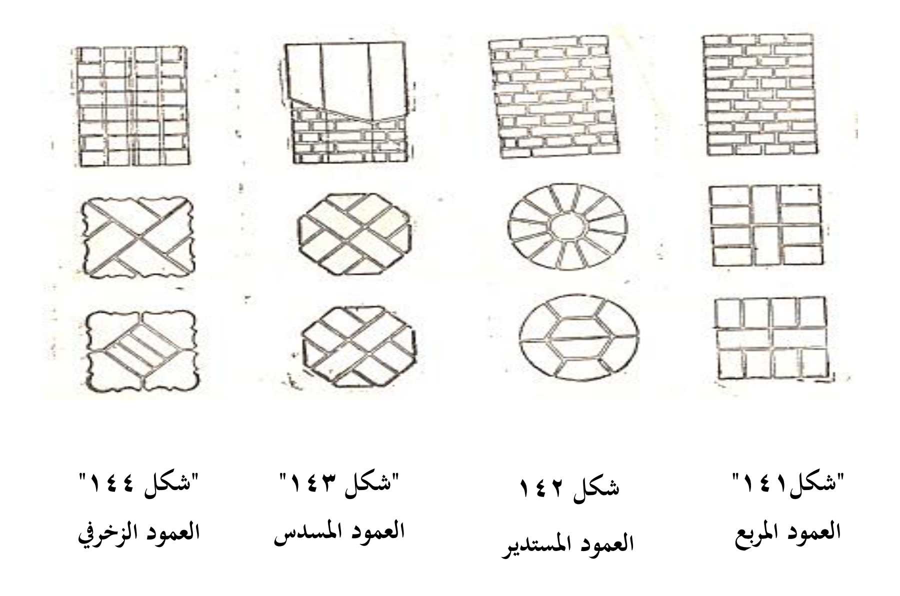


"شكل ١٤٠" نموذج للطوب المثبت بتسليح طولي وعرضي الذي صممه المهندس فرانك لويد

وقد استعمل المهندس العالمي فرانك لويد رايت نوعاً من الطوب في بعض أعماله يعتمد على التعشيق لربط أجزاء الحوائط كما أنها تسلح طولياً وعرضياً ... ونلاحظ أن الحائط مزدوج وبه فراغ داخلي يساعد على العزل الحراري والصوتي كما نرى في "شكل ١٤٠".

الأعمدة المنفصلة والأكتاف المتصلة:

أما الأعمدة المنفصلة عن البناء فهي دعامات رأسية لحمل الأثقال التي تنقل إليها بواسطة العقود أو الكمرات الحاملة للسقف وبكون شكل هذه الأعمدة عادة مربعاً "شكل ١٤١" ومستطيلاً أو مستديراً "شكل ١٤٢" ومثمناً أو مسدساً "شكل ١٤٣" أو بأشكال زخرفية "شكل ١٤٤". ويستحسن لتمام قوة هذه المباني أن تكون من الطوب القوي "قطع السلك" أو المكبوس وتبنى بمونة الأسمنت والرمل على ألا يزيد ارتفاعها عن ١٥ مرة قدر طول ضلعها الأصغر في حالة المسقط الرباعي أو طول قطرها في حالة المسقط المستدير. كما يلاحظ أن يوضع في نهاية العمود كتلة من الحجر كوسادة في بعض الأحوال.



"شكل١٤١" العمود المربع

شكل ١٤٢ العمود المستدير

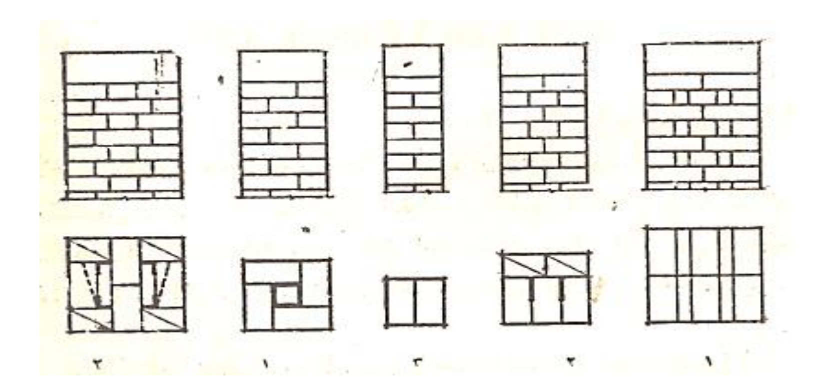
"شكل ١٤٣" العمود المسدس

"شكل ١٤٤" العمود الزخرفي

ولرسم المساقط التي تبين رباطات الأعمدة المربعة يمكن أن نرسم رصة القوالب في أي مدماك، ثم ندير الرسم على جانبه "٩٠°" فيكون رسم المدماك الثاني، ولذلك فقد يكتفي في التصميم برسم مدماك واحد، وقد يرسم المدماك الثاني، على المدماك الأول بالنقط أو الخطوط المتقطعة لتوضيح شكل رصة الطوب في المدماك الثاني ... أو برسم كل مدماك على حدة كالطريقة العادية.

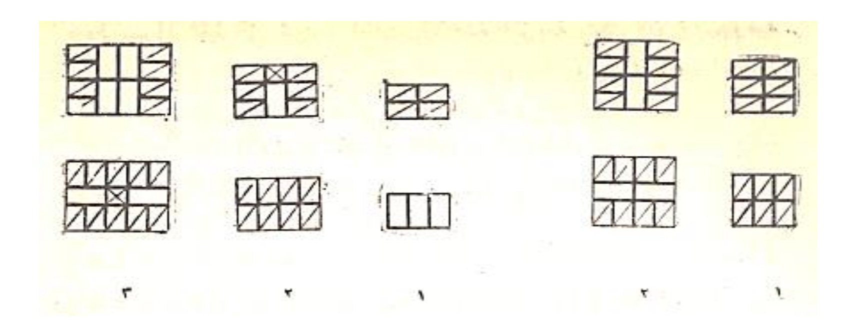
ولما كانت الطريقة المصرية والطريقة البلدية الفلمنكية يكثر: استعملها في رباطات الأعمدة المربعة فأننا نعرض هنا في "شكل ١٤٥" رسماً يشرح الطريقة المصرية لعمود مربع طول ضلعه طوبة واحدة صم طوبة ونصف ثم طوبتين كما نعرض في "شكل ١٤٦" عموداً طول ضلعه طوبة ونصف ثم عموداً آخر طول ضلعه طوبتان على أساس الطريقة الفلمنكية أو البلدية.

ولما كانت المدرسة الألمانية لا تميل إلى استعمال الكنيزرفي رباطات فأننا نوضح هان طريقتها في رباط الأعمدة باستعمال $\frac{4}{3}$ طوبة. ويرى في



"شكل ١٤٥" مساقط
وواجهات ثلاثة أعمدة مبنية
بالطرية المصرية في ١، ١ $\frac{□}{□}$ ،
٢ طوبة

"شكل ١٤٦" مسقطان وواجتها
لعمودين رباطهما بالطريقة السلدية
الفلمنكية من ١ $\frac{□}{□}$ ، ٢ طوبة

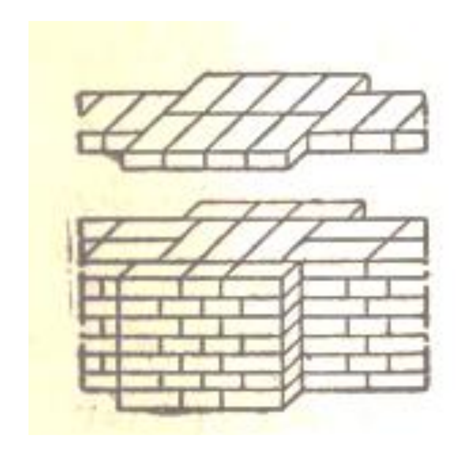


"شكل ١٤٧" أعمدة مربعة
استعمل في
رباطها $\frac{4}{3}$ طوبة

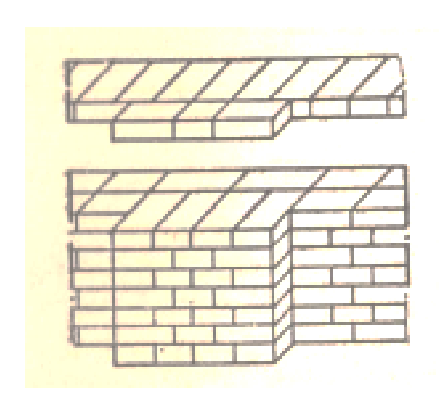
"شكل ١٤٨" أعمدة
مستطيلة استعمل في
الرباط $\frac{4}{3}$ طوبة بدلاً من
الكنيرز

عمود مربع من $\frac{1}{2}$ ١ طوبة وعمود آخر ٢ طوبة، كما نرى في "شكل ١٤٨" أعمدة مستطيلة طول أضلاعها $\frac{1}{2}$ ١ × ١ طوبة ثم ٢× $\frac{1}{2}$ ١ طوبة ثم $\frac{1}{2}$ ٢ × ٢ طوبة وقد استعمل فيها كذلك $\frac{4}{3}$طوبة للرباط.

والأكتاف هي بروز في الحائط لتكبير القطاع وزيادة المتانة بحيث يحمل الأحمال الواقعة عليه والناتجة من أحمال مركزة كارتكاز العقود أو الجالونات. ما تستعمل الأكتاف في الحوائط الساندة لمنع الحائط من الانقلاب، كما أنه كذلك يكون في الأكتاف عامل من العوامل الزخرفية إلى جوار الأغراض السابقة بعمل عدة كسرات أو أي شكل آخر يتفق مع التصميم "شكل ١٤٩"

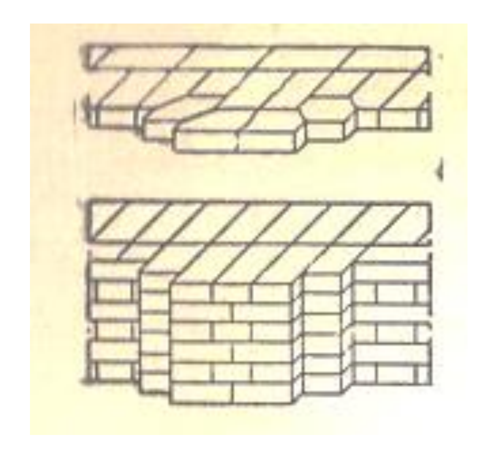


"شكل ١٤٩" كتف متصل بالحائط واستعمل فيه الكسرات للشكل المعماري



"شكل ١٥٠" كتف أو فص متصل بالحائط من ناحية واحدة

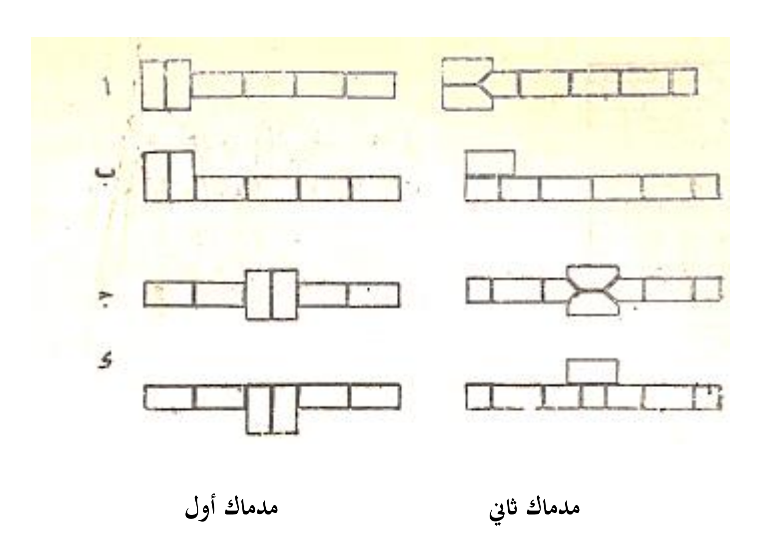
والأكتاف يختلف بروزها وعرضها حسب الحاجة إليها في البناء إلا أن تسميتها تختلف حسب حجمها أو بروزها ... فالفص لا يزيد بروزه عن $\frac{1}{4}$ قال ... والكتف لا يزيد بروزه عن عرضه وإلا أصبح دعامة.



"شكل ١٥١" كتف أو فص متصل بالحائط من ناحيتين

ونلاحظ أن الفصوص والأكتاف المتصلة بالبناء قد تكون من جهة واحدة "شكل ١٥٠" أو من جهتين "شكل ١٥١" وفي زوايا النواصي.

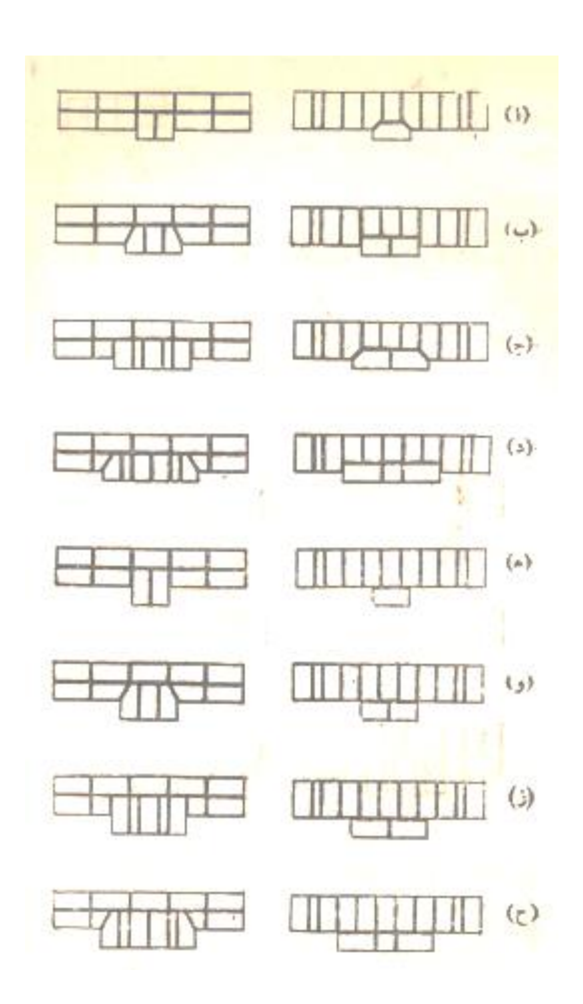
ونرى في "شكل ١٥٢" أمثلة مختلفة للفصوص في حائط أو سور ٢/١ طوبة. سواء في نهاية الحائط ببروز ٤/١ قالب من الجهتين "شكل ١٥٢ أ" أو بروز ٢/١ قال من جهة واحدة "شكل ١٥٢ ب". أو في حائط سور ببروز ٤/١ قالب من الجهتين "شكل ١٥٢ ج"، أو ببروز ٢/١ قالب من جهة واحدة كما نرى في "شكل ١٥٢ د".



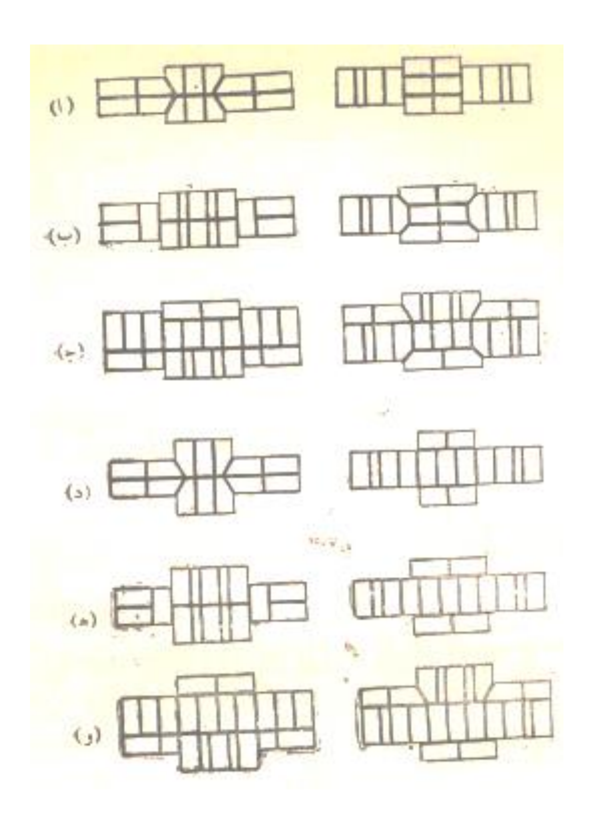
"شكل ١٥٣" فيوضح طريقة الرباط للفصوص من جهة واحدة في حائط عرض وطوبة ببروز ٤/١ طوبة وعرض الفصوص طوبة في "شكل ١٥٣ أ" وطوبة ونصف في "شكل ١٥٣ ب"، وطوبتين في "شكل ١٥٣ ج"، وطوبتين وصف في "شكل ١٥٣ د". كما نرى كذلك الفصوص البارزة ٢/١ طوبة وعرض طوبة قي "شكل ١٥٣ هـ"، وطوبة ونصف في "شكل ١٥٣ و"، وطوبتين في "شكل ١٥٣ ز"، وطوبتين ونصف ي "شكل ١٥٣ ح".

ويوضح "شكل ١٥٤" الرباطات في الأشكال المختلفة للفصوص أو الأكتاف في حائط سمك طوبة وبه فص يبرز من الناحيتين ٤/١ قالب وعرض الفص قالب ونصف "شكل ١٥٤ أ" أو قالبان "شكل ١٥٤ ب". أما "شكل ١٥٤ جـ" فيبين الرابط بحائط سمك ١.٥ طوبة فص يبرز من الناحيتين ٤/١ قالب وعرضه قالبان.

وفي "شكل ١٥٤ د" نرى حائطاً بعرض طوبة وبه فص يبرز ٢/١ قالب وبعرض قالب ونصف، كما يشرح "شكل ١٥٤ هـ" فص بعرض قالبان لنفس الشكل السابق.



"شكل **١٥٣**" **أشكال تشرح الفصوص أو الأكتاف المتصلة بالبناء في حائط سمك طوبة وبروز الأكتاف ١/٤، ١/٣ طوبة من جهة واحدة.**

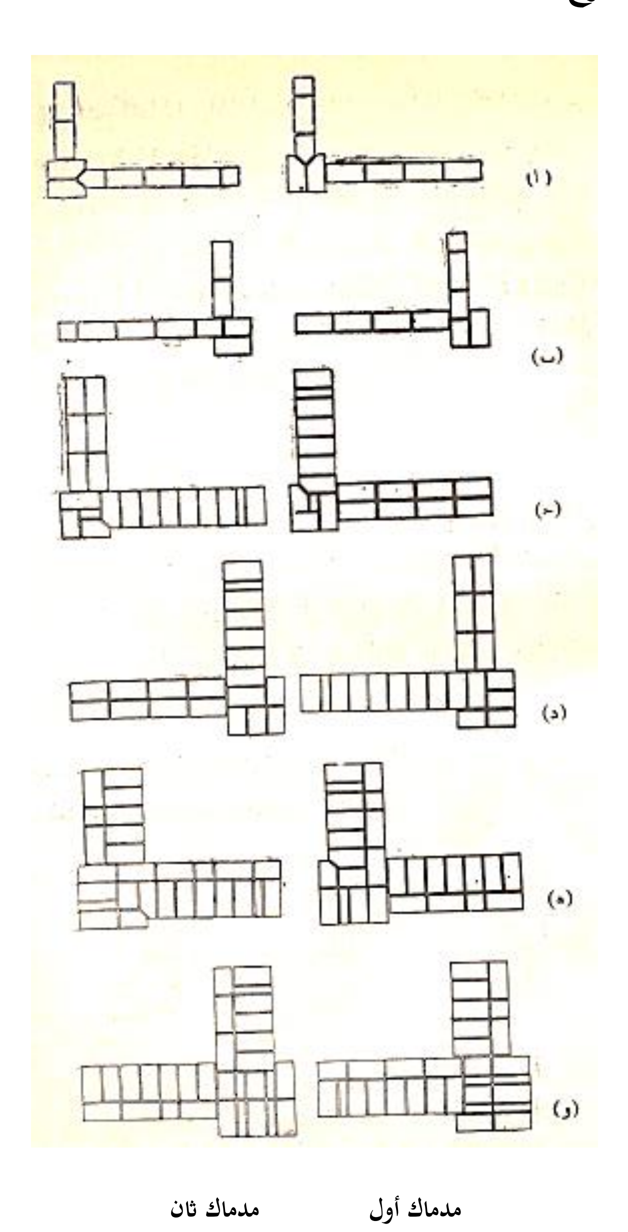


"شكل ١٥٤" أشكال الفصوص والأكتاف بالبناء أو السور بعرض طوبة ناحيتين ببروز قالب وعرض قالب ونصف أو قالبين.

أما "شكل ١٥٤ و" فيشرح الرباط بحائط بعرض طوبة ونصف وبه فص يبرز من الناحيتين نصف قال وبعرض قالبين.

أما "شكل ١٥٥" فيوضح الرباطات المختلفة للأكتاف المتصلة بالبناء في النواصي للحوائط أو الأسوار، ونرى في "شكل ١٥٥ أ" ناصية لحائط أو سوراً سمك نصف طوبة وبروز الكتف ٤/١ قالب من الخارج

والداخل، أما "شكل ١٥٥ ب" فيوضح كتفا لنفس الحائط ببروز ٣/١ قال من الخارج فقط.



مدماك أول   مدماك ثان

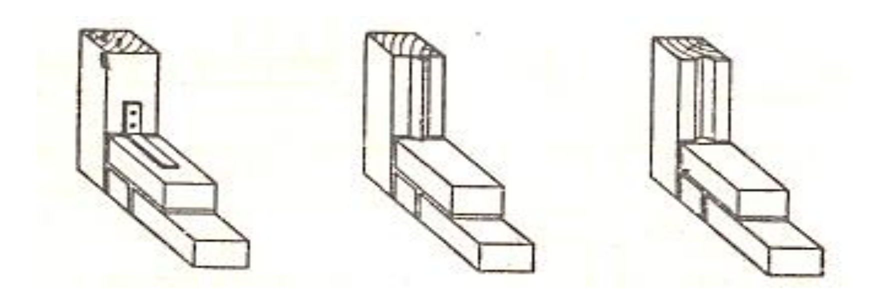
"شكل ١٥٥" يبين الأشكال المختلفة للفصوص أو الأكتاف المتصلة بالبناء في النواصي للحائط أو الأسوار سمك نصف طوبة إلى طوبة ونصف وتبرز الفصوص ١/٤، ١/٣ قالب

ويشرح "شكل ١٥٥ جـ" الرابط بحائط سمك طوبة وبه كتف بالناصية يبرز ١/٤ قالب من الخارج وبعرض ١و١/٤ قال، أما "شكل ١٥٥ د" فيوضح كتفاً لنفس الحائط السابق وبه كتف يبرز ١/٢ قالب وبعرض قالب ونصف. ويشرح "شكل ١٥٥ هـ" الرباط بحائط سمك طوبة ونصف وبه كتف بالناصية يبرز ١/٤ قال وبعرض ١و٣/٤ قال، أما "شكل ١٥٥ و" فيوضح كتفاً لنفس الحائط السابق وبه كتف يبرز ١/٣ قال وبعرض قالبين.

البلسقالات وتثبيت الأبواب والنوافذ:

تطلق كلمة بلسقالة على الخط المحدد لدماغ فتحة الباب أو النافذة في الكلين العادي أو الكلين ذي الفص. أما الدماغ فهو كتفاً الفتحة، أما الفص فهو البروز. ويعرف مقدار خروج الفص أو بروزه بالمحاكية، وتكون المحاكية عادة ربع طوبة أو نصف طوبة. أما باقي سمك الحائط بعد إنقاص عرض الفص فيسمى كليني كما نرى في "شكل ١٦٦ أ".

وهناك عدة طرق تثبيت الأبواب والنوافذ في أدمغة الفتحات التي تترك في المباني لهذا العرض. ولذلك فمن الواجب التنويه عنها.



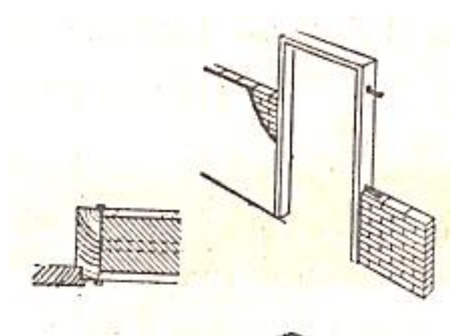
"شكل ١٥٦" التثبيت بطريقة النقر في الحلق

"شكل ١٥٧" التثبيت بطريقة عمل لسان بالحلق

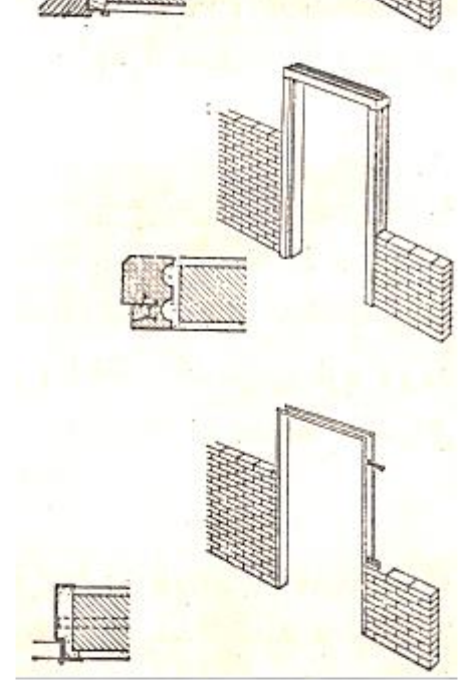
"شكل ١٥٨" التثبيت بطريقة عمل كانات حديدية

فالحائط المبني من نصف طوبة تركب فيه حلوق الشبابيك والأبواب مباشرة في الكلين العادي إما بعمل لسان أو بروز بالطوبة يثبت في تجويف أو مشقبية بالحلق الخشبي وهي طريقة النقر في الحلق "شكل ١٥٦" أو بطريقة عكسية بأن يكون اللسن في الحلق الخشبي نفسه، وهي طريقة عمل لسان بالحلق، كما نرى في "شكل ١٥٧". أو بالطريقة العادية بعل زاوية حديد تربط الحلق الخشبي بالمباني وهي طريقة التثبيت بالكانات "شكل ١٥٨" ... وللأسف فأننا نلاحظ في بعض المباني إهمال هذه الأصول البسيطة وتكون النتيجة انفصال حلوق الأبواب عن المباني الجديدة بمجرد استعمالها ....

ونرى كذلك في "شكل ١٥٩" مسقطاً أو منظوراً يشرح نفس السابق للتثبيت بواسطة الكانات الحديدية.

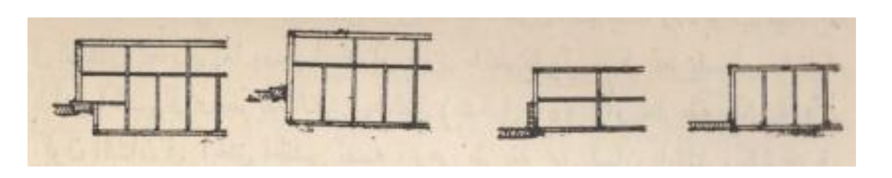


"شكل ١٥٩" مسقط ومنظور يبين طريقة تثبيت حلوق الأبواب في حائط بعرض طوبة بطريقة الكانات الحديدية



"شكل ١٦٠" مسقط ومنظور يبين طريقة تثبيت حلوق الأبواب في حائط بعرض نصف طوبة بطريقة عمل مفحارين في الحلق الخشبي

"شكل ١٦١" مسقط ومنظور يبينان طريقة تثبيت حلق الباب المعدني بحائط عرض نصف طوبة مع عمل كانة حديدية تربط بين الحائط والحلق المعدني



"شكل ١٦٢" تثبيت الحلق على وجه الحائط

"شكل ١٦٣" التثبيت على ألواح التجليد المستعملة كحلق

"شكل ١٦٤" التثبيت وسط الكليني العادي

"شكل ١٦٥" تثبيت الحلق بكليني ذي فص

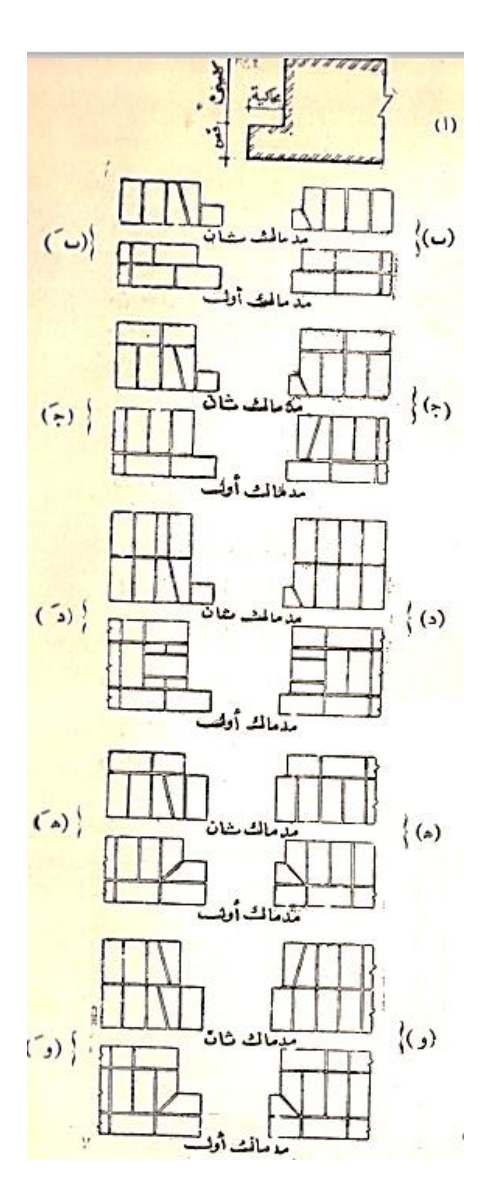
وفي "شكل ١٦٠" نرى مسقطاً أو منظور يبين طريقة أخرى لتثبيت حلوق الأبواب في حائط بعرض ١/٢ طوبة بطريقة عمل مفحارين في الحلق الخشبي، كما نرى في "شكل ١٦١" رسماً يشرح طريقة تركيب الحلق المعدني بحائط عرض ١/٢ طوبة مع عمل كانة حديدية تربط بين الحائط والحلق المعدني. وقد تكون هذه الكانة ثابتة في الحلق المعدني أو قد تكون متحركة "انظر كتاب التفاصيل المعمارية ص٢٣".

ويمكن كذلك استعمال الكلين العاجي في فتحات الأبواب للحوائط بعرض طوبة أو طوبة ونصف لباب مركب حلقه على واجهة الحائط "شكل ١٦٢" أو مركب على ألواح التجليد المستعملة كحلق "شكل ١٦٣"، أو على حلق مركب في وسط الحائط في كلين عادي "شكل ١٦٤"، أو وسط الحائط في كلين ذي فص "شكل ١٦٥".

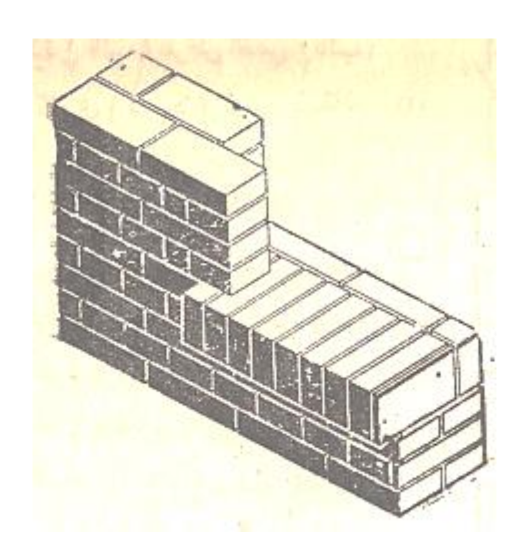
ونرى في "شكل ١٦٦" نماذج مختلفة لبلسقالات ذات فص خارجي بمحاكية ١/٤ قالب أو ١/٢ قالب وكلين على زاوية قائمة. ويجب أن نلاحظ عدم وقوع اللحامات فوق بعضها حسب التصميم الذي يتوقف دائماً على بروز المحاكية وعرض الفص. ونرى في "شكل ١٦٦ ب" بلسقالة بحائط بعرض طوبة وبروز المحاكية ٢/٤ قالب وعرض الفص ١/٢ قالب. وفي " ب´" نرى بلسقالة بحائط مماثل وبروز المحاكية ١/٢ قالب وعرض الفص ١/٢ قالب.

أما شكل "ج" فنرى فيه بلسقالة بحائط سمك طوبة ونصف وبروز المحاكية ٤/١ قالب وعرض الفص ٢/١ قالب. وفي "جَ" نرى بلسقالة بحائط مماثل وبروز المحاكية ٢/١ قالب وعرض الفص ٢/١ قالب وكذلك في "د، دَ" نرى بلسقالة بحائط سمك طوبتين وعرض الفص منها ٢/١ ق٤الب مع بروز المحاكية ٤/١ قالب الأولى و٢/١ قالب في الثانية، أما في "هـ، هـَ" فنرى بلسقالة في حائط بعرض طوبة ونصف وعرض الفص قالب وبروز المحاكية ٤/١ قالب في الأولى و٢/١ قالب في الثانية. ثم في "و، وَ" نرى بلسقالة بحائط سمك طوبتين وعرض الفص قالب وبروز ٤/١ قالب في الأولى و٢/١ قالب قي الثانية. وفي المباني بالطب غالباً ما تعمل جلسات للشبابيك من مدماك سكنية "شكل ١٦٧" على أن تبرز قليلاً "حوالي ٤/١ قالب" وقد تميل قليلاً للخارج لتصريف مياه الأمطار.

إلا أنه كذلك قد تعمل هذه الجلسات من الحجر المنحوت ويعمل بها ميل من السطح العلوي مع عمل رقبة أو زور في أسفل البروز لتصريف مياه الأمطار، كما يعمل في بعض الأحوال برواز من الحجر مكان البلسقالة بالكلين ذي الفص لتكسب المبني شكلاً معمارياً خاصاً "شكل ١٦٨"، ويعمل هذا البرواز كذلك في بعض الأحوال حول فتحات الأبواب، وقد يكون بارزاً قليلاً عن وجه الحائط "شكل ١٦٩".



"شكل ١٦٦" نماذج مختلفة للبسقالات ذات فص خارجي على زاوية قائمة بمحاكيه ١/٤، ١/٢ قالب

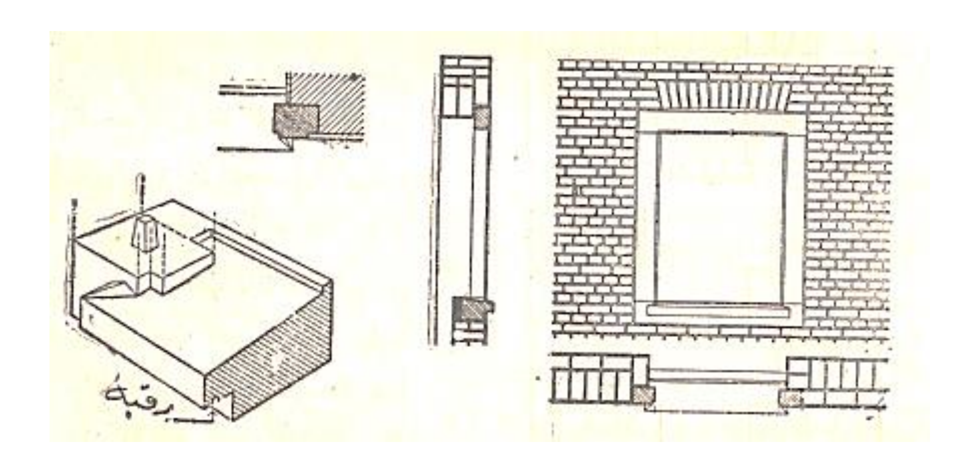


"شكل ١٦٧" رسم منظور يظهر به البسقالة وجلسة الشباك المصنوعة من مباني الطوب مدماك سكينة مع ملاحظة ميله قليلاً للخارج لتصريف مياه الأمطار

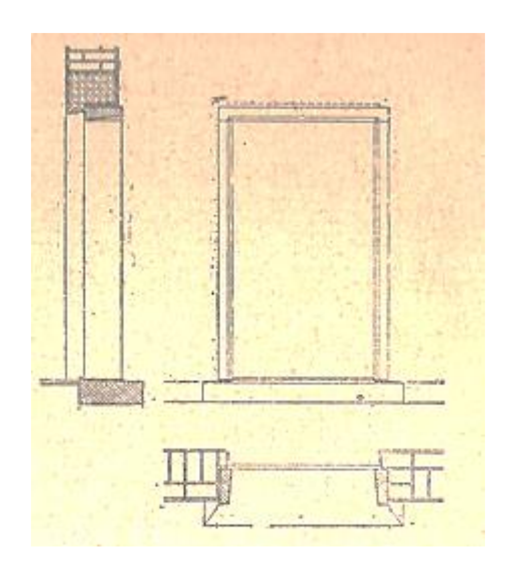
الحليات والحشوات الغاطة :

هناك كثير من الطرق لعمل الحليات أو الزخارف في مباني الطوب التي سبق أن أثبتت نجاحها في المباني القديمة، وخاصة في الأماكن التي لم يتوفر فيها وجود الأحجار لأعمال المباني كما نرى في المباني الأثرية في العراق مثلاً ...

وقد استعملت تلك الطرق للحليات في العصور القديمة كما استطاع المهندسون العصور التالية في استعمالها أو استنباط ما يتمشى مع تصميماتهم واتجاههم المعماري ...



"شكل ١٦٨" واجهة وقطاع ومسقط شباك له جلسة من الحجر المنحوت نرى طريقة تشكيلها من التفصيلة ولها رقبة أو زور لتصريف المياه



"شكل ١٦٩" واجهة ومسقط أفقي وقطاع رأسي لباب عمل حوله برواز من الحجر المنحوت، وكذلك درجة من الحجر ولوحظ فيها الميل قليلاً إلى الخارج لتصريف المياه.

ومن تلك الطرق:

(١) استعمال الألوان المختلفة في الطوب أو في المونة اللاصقة للطوب.

(٢) تغيير المادة الظاهرة من الطوب بكسائه بطبقة مزججة كطلاء خارجي.

(٣) اختلاف أنواع الرباطات أو رصة الطوب التي تعطى شكلاً زخرفياً إلى حد ما، كما سبق أن رأينا.

(٤) اختلاف أشكال أو أحجام الطوب المستعمل في بناء الواجهات الظاهرة.

(٥) استعمال بعض الزخارف المعمارية كالحشوات الغاطسة والأعمدة والعقود والكرانيش ... الخ ... وكل عامل من هذه العوامل له تأثير خاص يمكن استغلاله في زخرفة المباني.

أن استغلال لون الطوب في المباني له تأثير زخرفي في جميل وهو يتوقف على نوع الطوب نفسه وطريقة حريقه ثم مقدرة البناء الفنية ليستطيع التحكم في عمله بإحساس فني يتناسب مع العمل نفسه.

ويمكن التحكم في الزخرفة باللون بطريقتين، أما بعمل مساحات كبيرة في اللون الموحد، أو بإظهار كل طوبة بلونها المتباين مع ما يجاورها.

"شكل ١٧٠" رص الطوب ؟؟؟ والطوب الملون أو المحروق إلى درجة السواد بحيث يعطي تشكيلاً زخرفياً كالمعينات أو الشريط حسب التصميم المعماري المطلوب

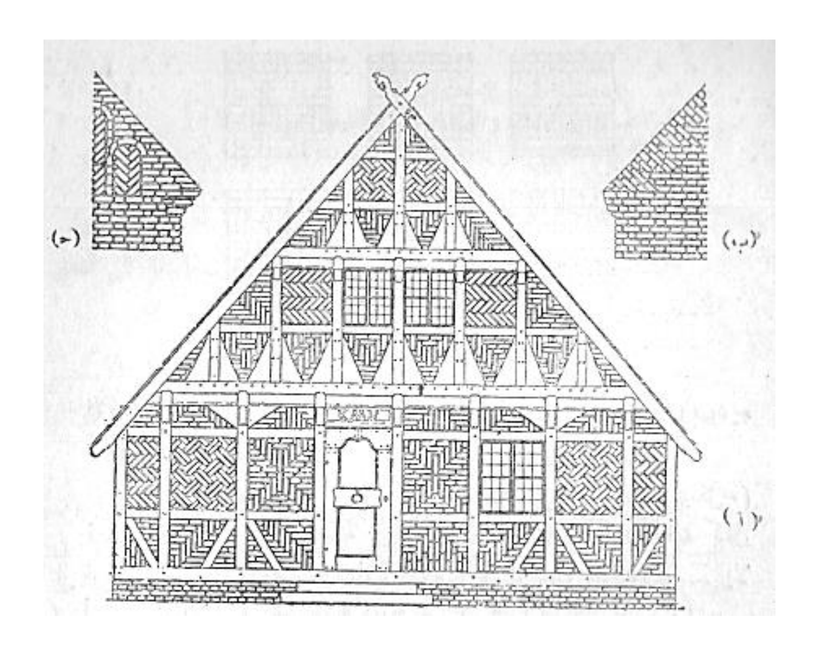
وفي الحالة الأولى تعمل المونة المستعملة في اللحامات بنفس لون السطح، أما في الحالة الثانية فتعمل اللحامات بمونة يختلف لونها عن لون الكوب بأن تكون فاتحة أو بيضاء أو أغمق من لون الطوب المستعمل. وفي حالة استعمال المونة الفاتحة فيستحسن أن تكون اللحامات عريضة بحيث تكون محددة للطوبة وتبرزها. إلا أنه يجب ملاحظة أنه يمكن إخفاء الكثير من عيوب الطوب الرديء الصنع إذا كانت المونة المستعملة تقارب لونه.

ونرى في "شكل ١٧٠" جزء من حائط مبني بطوب متباينة ألوانه، ونلاحظ أن الطوب الغامق قد كسي بمادة مزججة أو بورنيش ملون في بعض الأحوال.

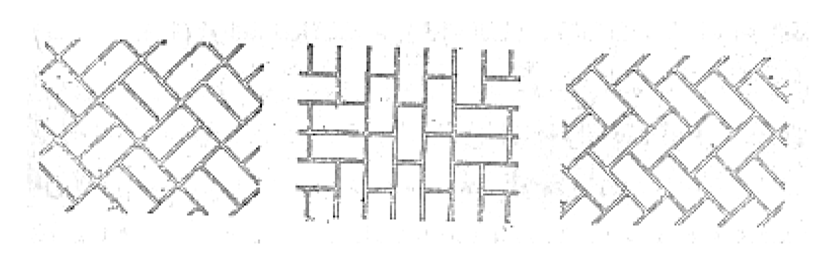
وقد تعمل الأجزاء المحصورة بين الطوب الغامق على شكل حشوات غاطسة حتى تلعب الظلال دوراً في التأثير المعماري المطلوب.

ونرى في "شكل ١٧١" طريقة رصة القوالب في واجهة بناء على شكل حشوات زخرفية مرصوصة بالطريقة المضفورة، ونرى تفصيلها "شكل

١٧٢"، أو مرصوصة بطريقة تعطي شكلاً هندسياً، ونرى تفصيلها "شكل ١٧٣". أو مرصوصة بطريقة زخرفية تعطي شكلاً يماثل طريقة جدل السلال في المباني السابق شرحه ونرى تفصيلها "شكل ١٧٤".



"شكل ١٧١" رص قوالب الطوب بالواجهة والأكتاف الساندة للحوائط الحاملة ؟؟؟ الأسقف المائلة

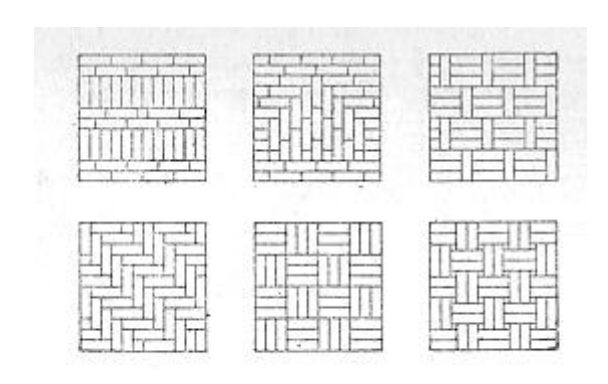


"شكل ١٧٤" رصة بشكل السلال المجدولة

"شكل ١٧٣" رصة تعطي شكلاً هندسياً

"شكل ١٧٢" رصة بالطريقة المضفورة

وفي "ب، ج شكل ١٧١" نرى طريقة الرصة في بناء نهاية الحوائط الحاملة لجالونات الأسقف المائلة التي تقوى ببناء الدعامات الساندة. والثبات الحائط وتقويتها يكون بروزها من أسفل كافياً لمرور خط محصلة الضغوط ضمن الثلث الأوسط لسمك الكتف والحائط معاً، ويراعي أن يبدأ الميل من أسفل في نقطة أبرز قليلاً عن وجه الجزء الذي أسفله من الدعامة حتى يكفي لنزول مياه الأمطار بعيداً عن وجه المباني بعد انحدارها على الميل كما نرى "ب، ج شكل ١٧١".

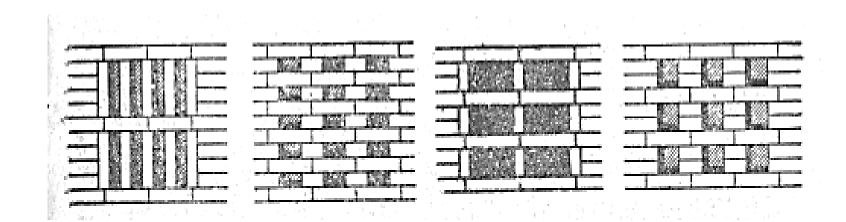


"شكل ١٧٥" بعض أشكال الأوضاع للطوب في الأرضيات

ونرى في "الشكل ب" السابق رص القوالب عمودية على الميل، وفي "الشكل ج" نرى بناء الميل بالطريقة العادية أي أن لحامات مراقدها تكون أفقية كباقي قوالب الميل أو الدعامة، مع شطف القوالب حسب الميل المطلوب ... إلا أن الطريقة الأولى هي الطريقة المفضلة في بناء الدعامات كما سنشرح فيما بعد.

وتستعمل رصة الطوب الزخرفية في الأرضيات على أن يوضع الطوب على سيفه فوق طبقه من المونة بسمك ٢سم. ويستعمل في الأرضيات الطوب البلدي، "شرب السفرة" أو الطوب المكبوس وقطع السلك، وقد يستعمل أنواع الطوب الرملي. ونرى في "شكل ١٧٥" بعض أشكال لأوضاع الطوب في الأرضيات. ما انه يمكن استعمال الطوب في عمل السلالم في القائمة والنائمة، أو قد تعمل القائمة من الطوب مع عمل النائمة من بلاطه من الحجر أو موزا يكو.

وكثيراً ما تستعمل رصة خاصة للمناور المفرغة، ونرى في "شكل ١٧٦" أربعة أمثلة من بناء المناور المفرغة بأسلوب بسيط.



"شكل ١٧٦" حليات المناور المفرغة

الحوائط والأكتاف والدعامات الساندة للحوائط:

يمكن تقسيم الحوائط إلى نوعين:

١- حوائط لحمل الضغوط الرأسية وهي حوائط المباني العامة التي تحمل الأسقف المسطحة.

٢- حوائط لتحمل الضغوط المائلة وهي الحوائط الساندة التي تحمل الأسقف المائلة أو القبوات أو العقود وتتعرض لرفعها، أو حوائط الأسوار ذات الأطوال والارتفاعات الكبيرة التي تتعرض لضغط الرياح ...

أما في الحائط الحاملة للمباني وهي من النوع الأول، فتكون عادة في المباني الكنية العادية "التي لا تستعمل كأماكن عامة أو مخازن" ويمكن أن يتبع في بنائها القاعدة المتفق عليها عرفياً والمتبعة في المباني بانجلترا لتحديد سمك حوائط الطوب الحاملة، على أن يكون البناء من الطوب الجيد، كما يراعى أن هذه الأسماك هي الحد الأدنى للأسماك. وهذه القاعدة العرفة هي كما يلي:

أ- إذا لم يزد ارتفاع البناء عن ٦ أمتار ولم يزيد عدد الأدوار عن دورين فيمكن أن يكون سمك الحائط للدورين طوبة ٢٥سم.

ب- إذا لم يزد ارتفاع الحائط عن ١٠ أمتار وكان عدد الأدوار ثلاثة فيبنى الدوران السفليان بسمك طوبة ونصف ٣٨سم كما يبنى الدور الأخير بسمك طوبة ٣٥سم.

ج- إذا لم يزيد ارتفاع المباني عن ١٣ متراً في حدود ٤ أدوار يبنى الدور الأرضي من طوبتين ٥١سم ثم الدوران الثاني والثالث من طوبة ونصف ٣٨سم والدور الأخير من طوبة ٢٥سم.

د- إذا لم يزد الارتفاع عن ١٧ متراً في حدود خمسة أدوار يمكن أن يبنى الدور الأول والثاني من طوبتين ٥١سم ثم الأدوار الثلاثة العليا من طوبة ونصف ٣٨سم.

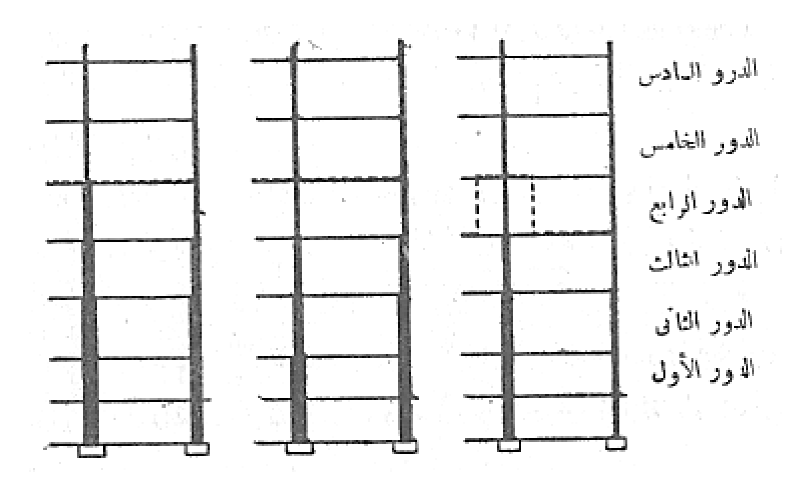
هـ- أما إذا زاد الارتفاع عن ١٧ متراً لمبنى من خمسة أدوار فيبنى الدور الأول من طوبتين ونصف ٦٤سم ثم الدور الثاني من طوبتين ثم الثلاثة أدوار الأخيرة من طوبة ونصف.

و- إذا كان ارتفاع المباني لا يتجاوز ١٨ متراً في حدود ستة أدوار فيبنى الدور الأول من طوبتين ونصف ٦٤سم ويبنى الدور الثاني والثالث من طوبتين ٥١سم ويبنى الثلاثة أدوار الأخير من طوبة ونصف.

وقد شاهدت في معاينتي لبعض المباني في منطقة دمياط أنها مبنية من نصف طوبة لثلاثة أدوار وهذا بالطبع فيه كثير من الخطورة، ولا يجعل المبنى في أمان بأي حال من الأحوال، وتذكر المراجع المعمارية عادة في القطاع الروسي عمل الحوائط للأدوار الثلاثة الخارجية الأخيرة من طوبة ونصف والدورين السابقين من طوبتين على أن يكون سمك حوائط البدروم طوبتين ونصف. ويماثلها الحوائط الداخلية والتي يبنى منها بير السلم على ألا تقل حوائط بير السلم المثبت فيها درجة السلم عن طوبة ونصف أي ٣٨سم. ويمكن بناء القواطيع الداخلية من طوبة ٢٥سم في الثلاثة أدوار الأخيرة، وطوبة ونصف في الدورين السابقين لهذه الأدوار، وكذلك البدروم.

ونرى أن هذه الفروض العرفية توضع عادة حسب طبيعة المواد وطبيعة البناء في كل بلد من البلاد.

وتسير بعض البلاد الأخرى على نمط آخر وطبقا لما اتفق عليه عرفياً، ونذكر منه مثلا من مباني وسط أوربا التي يتبع فيها القاعدة الموضحة في "شكل ١٧٧" وهي تحدد في المباني بارتفاع ستة أدوار التي لا تزيد عن ١٩ متر ارتفاعاً ولا يزيد الحمل فيها عن ٤٠٠ كجم / متر٢، أن تبنى الحوائط الخارجية للدور الأرضي والأول من طوبة ونصف، أما الأدوار العليا الباقية فتبنى من طوبة.



"شكل ١٧٧" تخانة حوائط المباني المختلفة

وفي الحوائط الداخلية يبنى الدور الأرضي والأول من طوبتين ثم الدور الثاني من طوبة ونصف، أما الثلاثة أدوار الأخيرة فمن طوبة واحدة.

وفي المباني التي لا يزيد حمولتها عن ٥٠٠كجم للمتر المربع فتبنى الحوائط الخارجية في الدورين الأرضي والأول من طوبتين، والثاني من طوبة ونصف، أما الثلاثة أدوار الأخيرة فمن طوبة ... وفي الحوائط الداخلية يبنى حوائط الدور الأرضي من طوبتين ونصف، والأول من طوبتين، والثاني من طوبة ونصف، والثلاثة أدوار الأخيرة من طوبة.

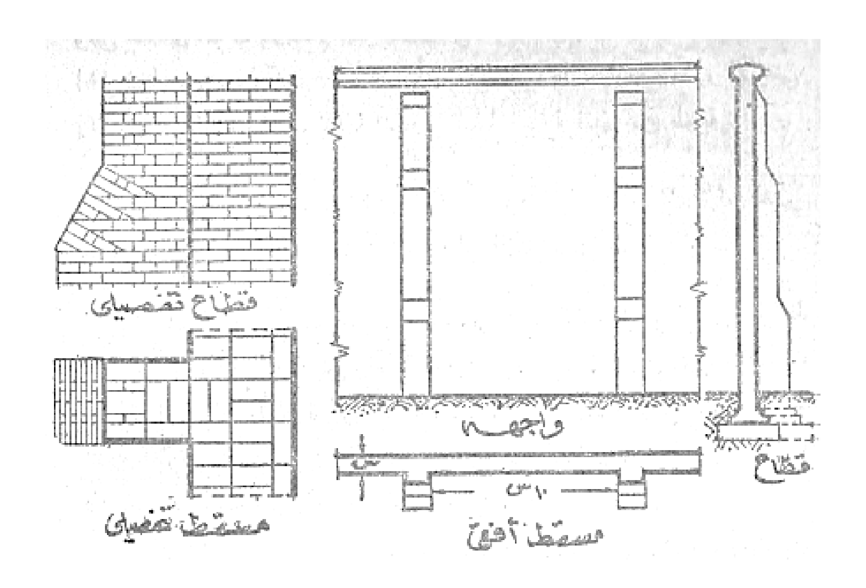
وفي المباني التي لا يزيد حمولتها عن ٦٠٠كجم متر، فتبنى الحوائط الخارجية بسمك طوبتين ف الدور الأرضي والأول، وطوبة ونصف في الدور الثاني، وبسمك طوبة للثلاثة أدوار الأخيرة ... أما في الحوائط الداخلية فتبنى حوائط الدور الأرضي بسمك طوبتين ونصف، والدور الثاني بسمك طوبتين، والدور الثالث بسمك طوبة ونصف، والدورين الأخيرين بسمك طوبة واحدة.

أما حوائط النوع الثاني فتحتاج في سندها إلى أكتاف أو دعامات بارزة عن البناء وتكون متباعدة عن بعضها بمقدار ثلث ارتفاع الحوائط أو عشرة أمثال سمكه.

ويراعي عند بناء هذه الأكتاف الساندة أن تكون من عدة حطات ويقل سمك كل حطه عن التي بأسفلها.

ونرى في "شكل ١٧٨" المسقط الأفقي والقطاع والواجهة لمثل هذه الحوائط كما يوضح الرسم التفصيلي المجاور طريقة بناء التدريجات بقوالب الطوب وذلك بأن تتصل كل قصتين متتاليتين بواسطة رصة من القوالب

تربطها وتكون مائلة حوالي ٦٠. وتكون هذه القوالب المائلة عمودية على الميل حتى يكون المرقد عمودياً على اتجاه الضغط.

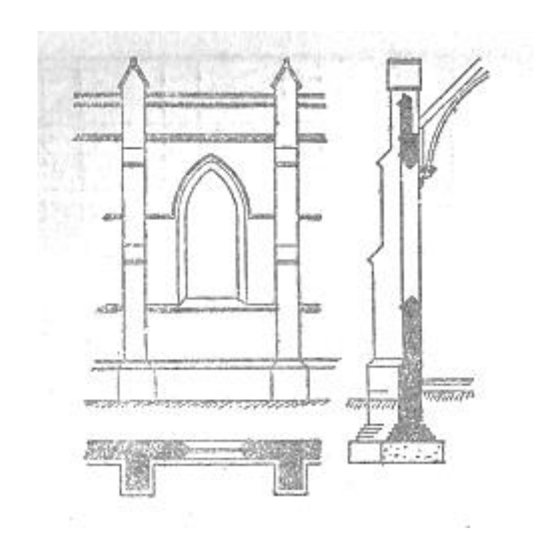


"شكل ١٧٨" بناء الأكتاف الساندة

ويمكن استعمال الأكتاف الساندة كذلك في حالة الأسقف المائلة كما نرى في "شكل ١٧٨" إذ لا يقوى بناء الحائط وحده على قوة دفه هذه الأسقف المائلة مما يحتم عمل الأكتاف الساندة. ويراعي أن يكون بروزها من أسفل كافياً لمرور خط محصلة الضغوط ضمن الثلث الأوسط لسمك الكتف والحائط معاً وذلك لثبات الحائط.

ويلاحظ في البناء أن تكون قوالب الطوب عمودية على الميل، وتعتبر كأنها حائط قائمة بذاتها، وتربط قوالبها مثل الأجزاء الأصلية، على أنه في البناء بالطريقة العادية يوضع قالب الترويسة وبجواره الكنيزر وترتب

الرصة بمداميك أديات ومداميك شناويات على التوالي كما في "شكل ١٧٨" وتكون القوالب المرصوصة على الميل متداخلة في القوالب المرصوصة أفقياً كل ثلاثة أو أربعة مداميك. ويلاحظ من الرسم استعمال عدد كبير من القوالب المشطوفة ولها أحرف حادة. ويحسن في بعض الأحوال أن يستغنى عن بناء الميل المبني من قوالب الطوب كالسابق شرحه بوضع قطعة من حجارة الدستور المنحوتة حسب طراز المباني في الوضع المطلوب.



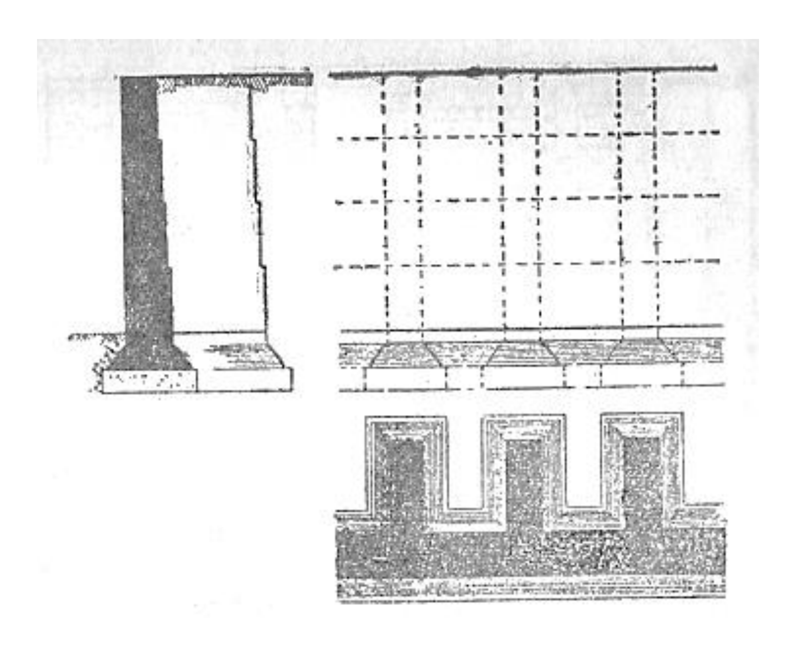
"شكل ١٧٩" واجهة ومسقط وقطاع للدعامات الساندة لسقف مائل

أما في الحوائط الساندة التي يقع عليها ضغوط جانبية فان العرف جرى عليه أن تبنى بميل في السطح الخارجي. وقد اتخذت قاعدة ما جرى عليه عرفياً "Imperial rools" بأن تكون سمك الحوائط من أعلا طوبة ونصف ٣٨سم كما يكون سمك الحائط من أسفل بعرض يساوي ٥/٢ من

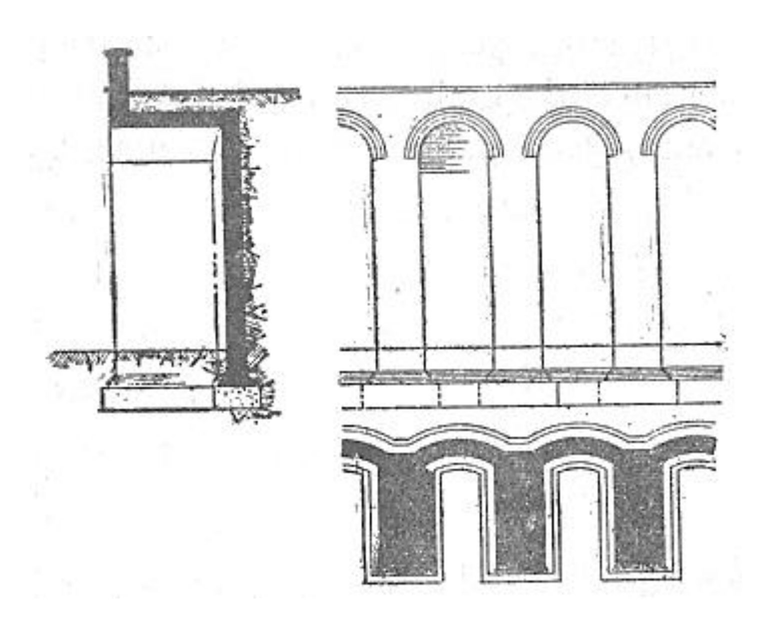
الارتفاع الكلي للحائط وهذه القاعدة العرفية تجعل محصلة القوى المؤثرة على الحائط تقع في الثلث الأوسط. من قاعدة البناء، بذلك يتوفر عامل الأمن ضد الشروخ الناتجة من جهود الشد ... أي أن الجهود كلها تكون جهود ضاغطة.

أما الحوائط التي يراد أن يكون سطحها الخارجي مستوي، فهناك عدة محاولات عملت في مباني الطوب مبنية في الأشكال التالية، وذلك لتجعل محطة القوى المؤثرة على الحائط تقع في الثلث الأوسط من القاعدة البناء كما سبق أن شرحنا. وفي "شكل ١٨٠" نرى تصميم الحائط بحيث ساعد توزيع الضغوط على الجزء الخلفي من القصص والأكتاف في توازن البناء.

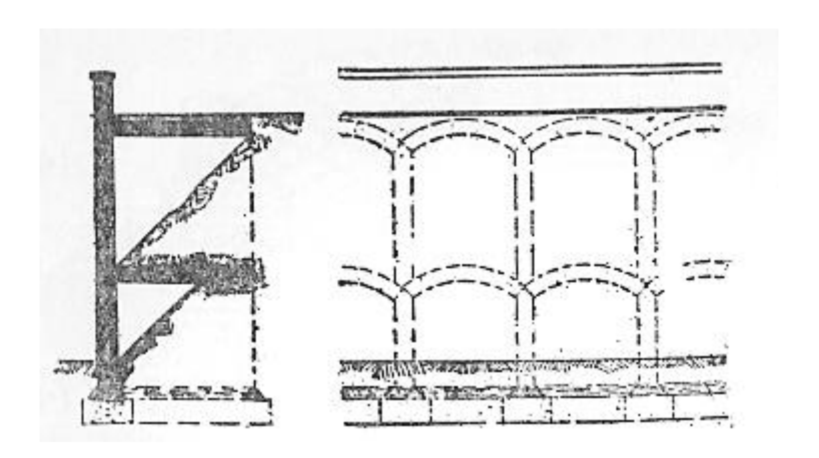
وفي "شكل ١٨١" نرى أن الضغوط الموازنة تكون على هيئة أكتاف تظهر في واجهة البناء، وتتقابل هذه الأكتاف في الواجهة الداخلية للحائط في عقود مفرودة، كما يظهر في المسقط الأفقي بهذا الشكل ...



"شكل ١٨٠" حائط ساند يعتمد على الأكتاف والفصص



"شكل ١٨١" حائط ساند يعتمد على أكتاف تتصل أطرافها ؟؟؟



"شكل ١٨٢" حائط ساند يعتمد على العقود لتحويل الجهود إلى جهود ضاغطة

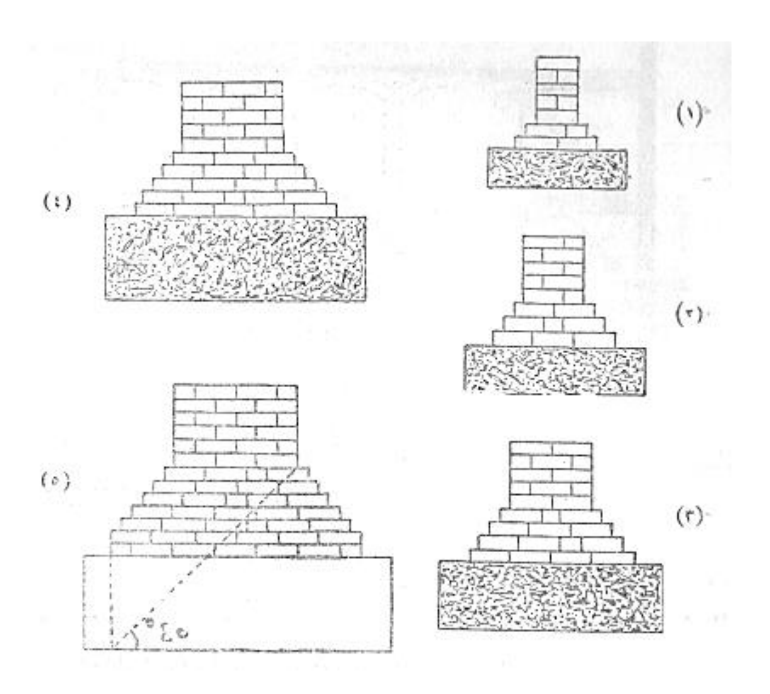
وتتصل الأطراف العليا للأكتاف بعقود دائرية كما نرى في الواجهة والقطاع في هذا الشكل. وهذه الطريقة في الواقع أبسط من الأسلوب السابق.

وهناك طريقة أخرى موضحة في "شكل ١٨٢" وتبين حائط ساند للرمال ونلاحظ أن تصميمه جعل ضغط الرمال وجميع الجهود على العقود تتحول إلى جهود ضاغطة وتعمل على عدم انتقال الضغوط إلى واجهة البناء. وبذلك تعمل على تثبيت الحائط.

الأساسات وبروز القصص:

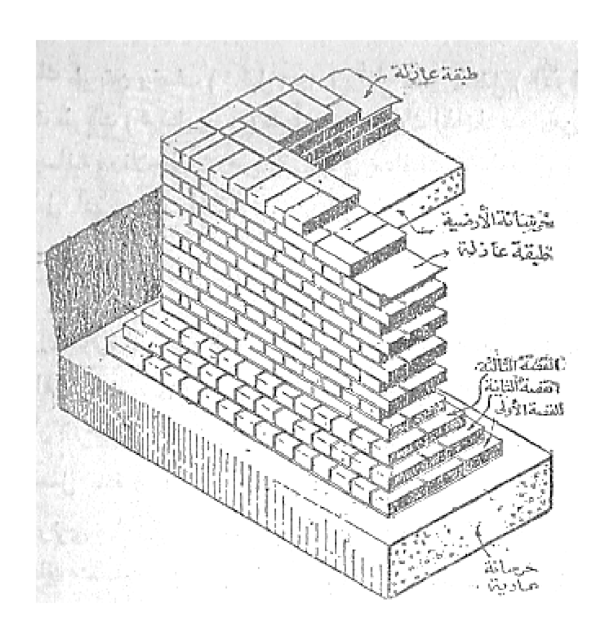
في مباني الطوب لا يكون مسطح الحوائط السفلى أو صاعدتها تكفي لتوزيع الضغوط المعرضة لها هذه القاعدة، ولذلك فتعمل الأساسات بزيادة مسطح قاعدة البناء لتوزيع الضغط الواقع عليها على مساحة أكبر من

الأرض بعمل مداميك تبرز عن الأخرى بشكل قصص، وتبرز كل قصة عن السابقة بربع طوبة "٦سم"، ويلاحظ أن تكون رصة الطوب على شكل أديات بقدر الإمكان وتبنى هذه القصص على دكة خراسانية ويمكن أن تحدد حسابياً بحيث لا تزيد وحدة الضغط على الأرض عن مقدار ما يمكنها أن تتحمله بأمان. كما يمكن التحديد بالطريقة التخطيطية. ويجب مراعاة ألا ينقص عرض القصة السفلى عن ضعف سمك الحائط كما تبرز عنها الدكة الخراسانية بمقدار حوالي نصف عمق الدكة نفسها وهو ما اصطلح عليه عرفياً بمقدار ٢٠سم كوحدة لهذا البروز.

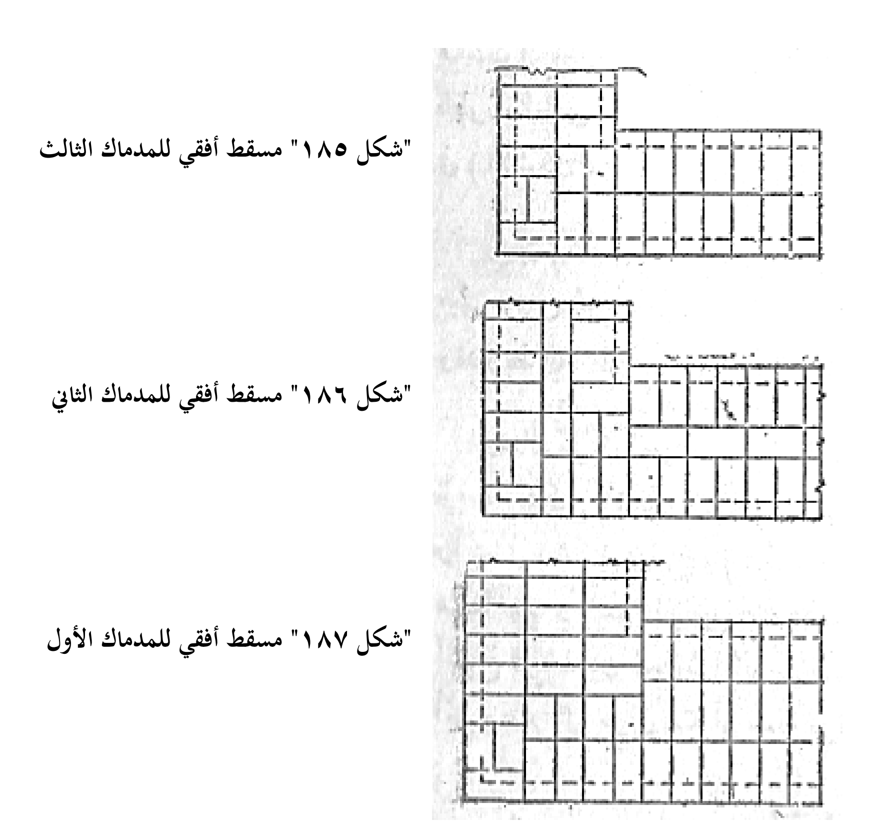


"شكل ١٨٣" قصص وأساسات الحوائط المختلفة السمك

ويبين "شكل ١٨٣" قصص وأساسات حوائط مختلفة السمك ففي "١" بسمك طوبة، وفي "٢" بسمك طوبة ونصف، وفي "٣" بسمك طوبتين، وفي "٤" بسمك طوبتين ونصف، وفي "٥" بسمك ثلاث طوبات. ويمكن أن نرى في الشكل الأخير طريقة تحديد خرسانة الأساس بالطريقة التخطيطية. كما نرى في "شكل ١٨٤" رسم منظور يوضح شكل القصة الأولى في الأساس من أسفل وقد اصطلح عرفياً على أن تكون ضعف سمك الحائط، كما أنه في القصات التي تعلوها تنقص كل قصة عن التي أسفلها بمقدار ربع قالب كما نرى في المساقط الموضحة للرسوم المنظور إذ أن سمك الحائط نفسه طوبة ونصف ولذلك فقد عملت القصة العليا "الثالثة" بسمك طوبتين "شكل ١٨٥"، والقصة الوسطى "الثانية" بسمك طوبتين ونصف "شكل ١٨٦"، أما القصة السفلى



"شكل ١٨٤" رسم منظور يبين القصص في الأساس



"شكل ١٨٥" مسقط أفقي للمدماك الثالث

"شكل ١٨٦" مسقط أفقي للمدماك الثاني

"شكل ١٨٧" مسقط أفقي للمدماك الأول

"الأولى" فسمكها ثلاث طوبات "شكل ١٨٧" –أي ضعف سمك الحائط– ومن تحتها الدكة الخراسانية. ونلاحظ أن رص القوالب في مداميك الأساس في جميع القصص بشكل أديات بقدر المستطاع.

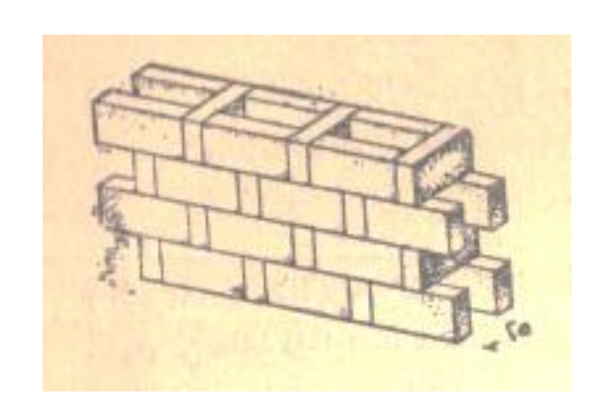
الحوائط المفرغة من الطوب:

أن فكرة بناء حوائط الطوب المفرغة بعمل حائطين يفصل بينهما فراغ من الهواء، قد يرى فيها البعض أنها من باب الوفر في المواد أو المون المستعملة. إلا أن الغرض الأساسي منها هو كونها عازلة للحرارة وللرطوبة وللصوت، كما أنها تستعمل عادة في المباني الفاخرة المعتنى بها ...

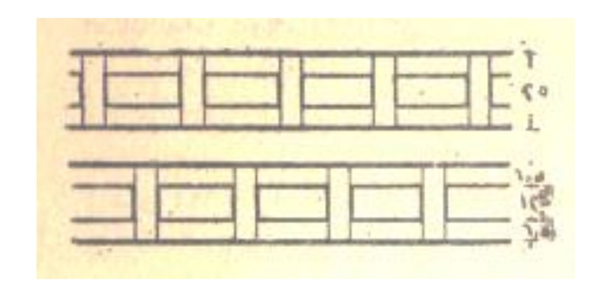
ونرى هنا أشكالاً مختلفة بطريقة بناء الحوائط المفرغة وهي تبنى عادة من حائطين منفصلين ويكون الخارجي منهما بسمك نصف طوبة، والداخلي بسمك مناسب للأحمال الواقعة عليه من المباني والأسقف أعلاه، أن من الحوائط الحاملة ... أما المسافة التي تترك بين الحائطين فهي مسافة ٢/١ أو ٤/١ طوبة حتى تناسب الرباطات في الحوائط والأركان أن كانت الرباطات تعمل بواسطة الطوب العادي المستعمل في البناء كما نرى في المنظور والمداميك التي تبين الرباطات في "الأشكال من ١٨٨ إلى ١٩١".

ويبين "شكل ١٩٤" و"شكل ١٩٦" مدماكين من زاوية حائط مفرع مبنى من طوبة للحائط الداخلي أما الحائط الخارجي فقد بني من ٢/١ طوبة، وقد ربط الحائطين بطوب عادي من المستعمل في البناء.

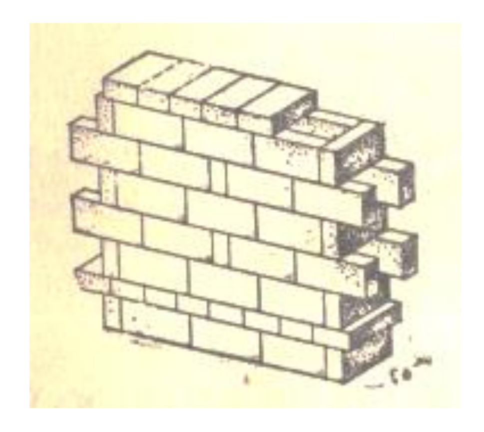
وهناك طريقة أخرى لربط الحائط الداخلي والخارجي بواسطة أسياخ من الحديد تشكل بأشكال مختلفة "شكل ١٩٥" وتوضع في المونة بين العراميس ونرى في "شكل ١٩٢" و"شكل ١٩٣" قطاع ومسقط لحائطين – الخارجي منهما سمك ٢٥سم والداخلي سمك ١٢سم – وبينهما فراغ ٦سم. وقد استعملت أسياخ للرباط بين الحائط الخارجي والداخلي على أبعاد من ٧٠ إلى ٨٠سم كما أنها توضع كل حوالي ستة أو سبعة عراميس، أي على بعد ٣٥ إلى ٤٥سم.



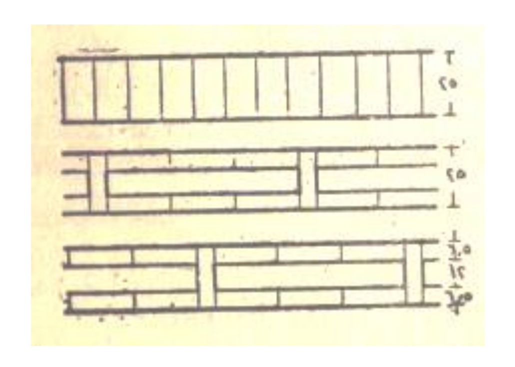
"شكل ١٨٨" رسم منظور لحائط من الطوب المفرغ سمك ٢٥سم



شكل ١٨٩" مدماكين من حائط ؟؟؟ الطوب المفرغ سمك ٢٠سم لتوضيح الرباط

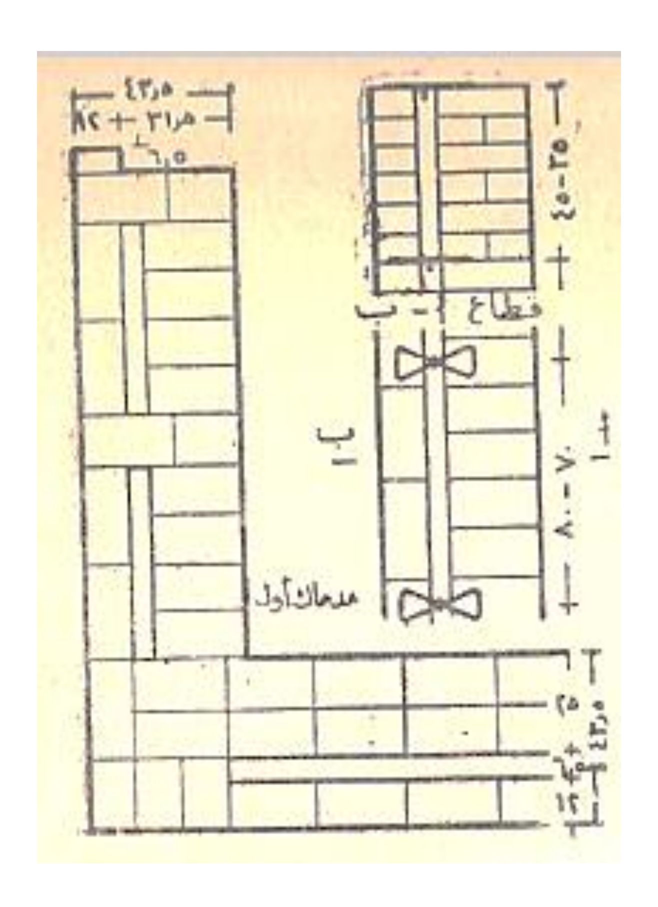


"شكل ١٩٠" رسم منظور الحائط سمك ٢٥سم من الطوب المفرغ



"شكل ١٩١" ثلاث مداميك لحائط سمك ٢٥ سم من الطوب المفرغ ونلاحظ بنا مدماك آدية كل خمسة مداميك لتقوية الرباط

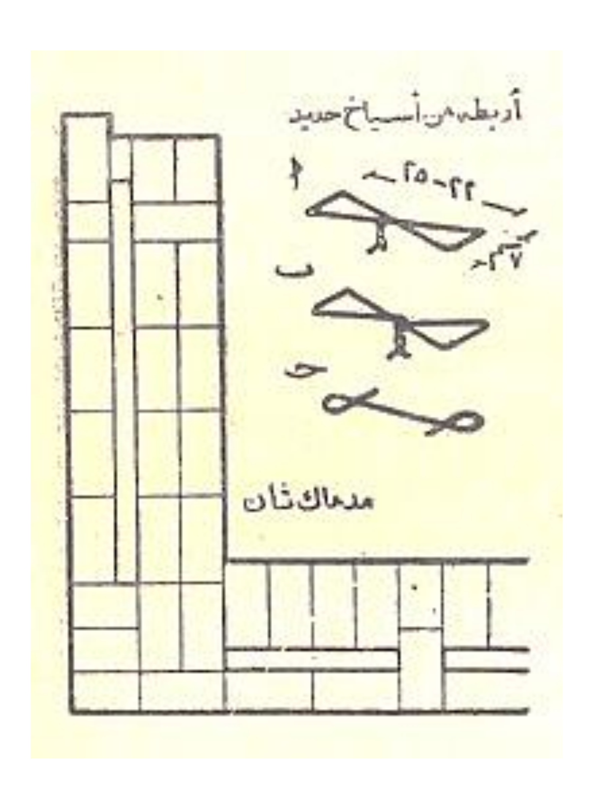
ويعمل كذلك طوب بأشكال خاصة لربط هذه المباني المفرغة من الطوب إلا إنه قليل الاستعمال ولا يوجد منه بمصر ويستعاض عنه عادة بالطوب العادي كما سبق أن شرحنا.



"شكل ١٩٢" قطاع بحائط سمك ٤٣.٥ سم مربوط بأسياخ حديد

"شكل ١٩٣" مسقط لحائط سمك ٤٣.٥ مربوط مكون من حائط داخل سمك طوبة وخارجي سمك نصف طوبة وبينهما فراغ ٦سم

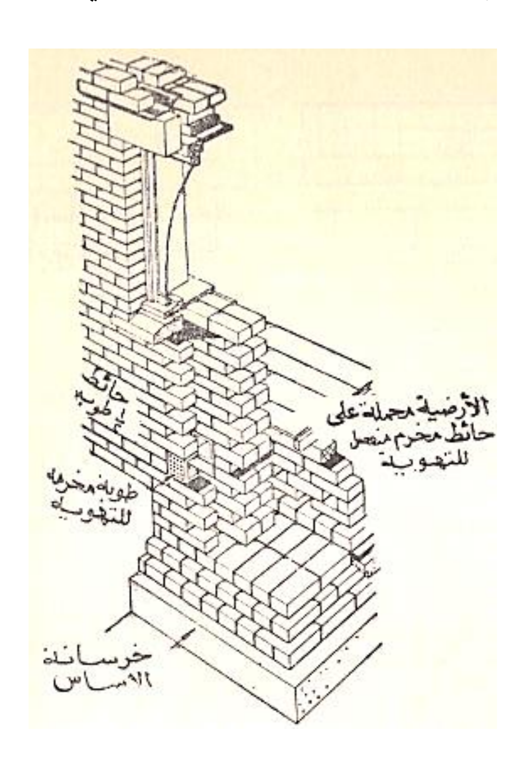
"شكل ١٩٤" المدماك الأول من حائط مفرغ سمك ٤٣.٥



"شكل ١٩٥" أسياخ حديد مشكلة بأشكال مختلفة مربط الحوائط الخارجة بالداخلية

"شكل ١٩٦" المدماك الثاني من حائط مفرغ مسكون من حائط داخلي سمك طوبة وحائط خارجي سمك نصف طوبة وفراغ بينهما سمك ٦سم ومربوط بالطوب العادي مع بيان رباط الزاوية

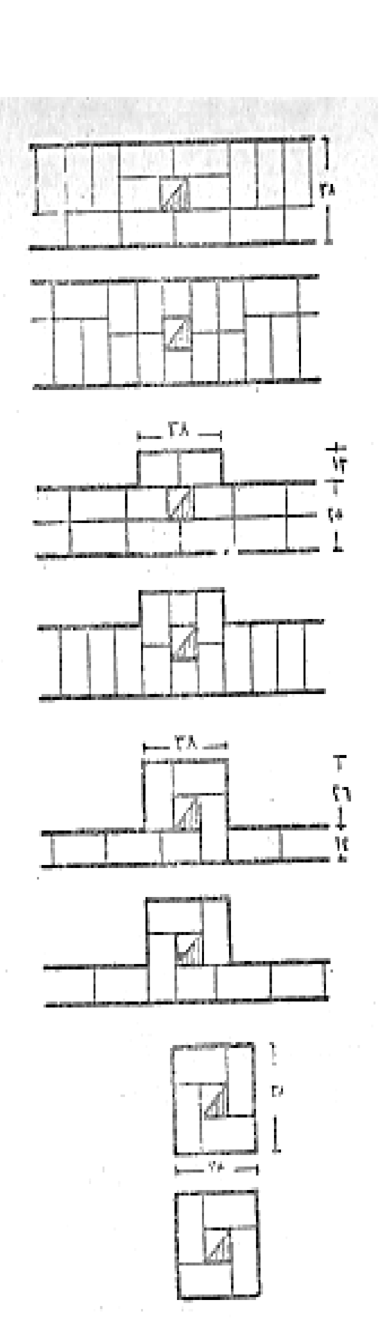
ونرى في "شكل ١٩٧" رسم منظور لحائط وفيه قطاع يبين طريقه بناء حائط مفرغ مكون ممن حائطين ... الخارجي منها بسمك نصف طوبة ١٢سم ويليه فراغ بسمك ٦سم توصله للجو الخارجي فتحات تهويه مغطاة بطوبة مخرمة. أما الحائط الداخلي المصنوع من طوبة فهو منفصل عن الحائط المخرم الذي يحمل الأرضية للدور الأرضي.



"شكل ١٩٧" رسم منظور لحائط وفيه قطاع يبين طريقة بناء حائط مفرغ على أساس خرساني مع تحميل الأرضية الخشبية على حائط مخرم منفصل للتهوية وعمل طوبة مخرمة للتهوية في الحائط الخارجي

وإذا كنا نعتبر الحوائط المبنية من الطوب التي بها فراغات للمداخن من نوع الحوائط المفرغة، فإننا نورد هنا بعض أشكالها في الحوائط المختلفة الخانات.

فإذا بني حائط الدور الأرضي من طوبة ونصف "٣٨سم"، أمكن عمل فراغات هذه المداخن داخل الحائط للمداخن العادية ذات المسقط المربع ١٤×١٤سم، كما نرى في "شكل ١٩٨" أما الدور الثاني الذي يعمل حائطه بسمك ٢٥سم فأننا نضطر لتكملة نفس المدخنة على أن يكون بناؤها على شكل دعامة تبرز عن الحائط بمقدار ٢/١ طوبة كما نرى "شكل ١٩٩".



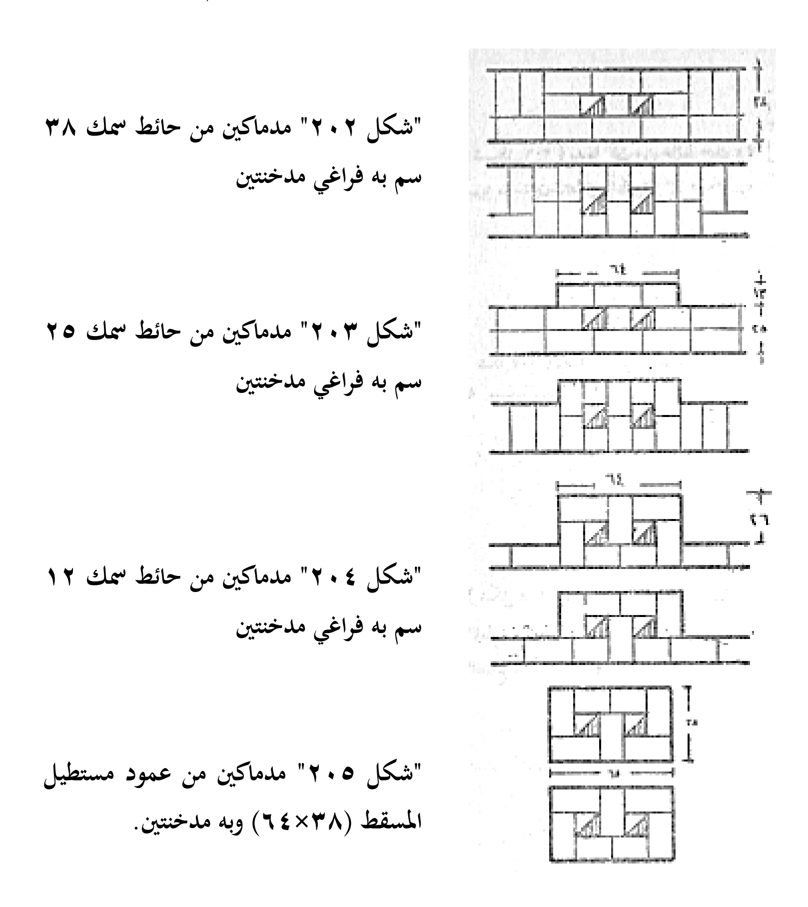
"شكل ١٩٨" مدماكين من حائط سمك ٣٨سم به فراغ مربع بعرض طوبة للمدخنة

"شكل ١٩٩" مدماكين من حائط سمك ٢٥سم به فراغ مربع بعرض طوبة للمدخنة المبنية بشكل دعامة

"شكل ٢٠٠" مدماكين من حائط سمك ١٣سم به فراغ مربع بعرض طوبة للمدخنة المبنية بشكل دعامة

"شكل ٢٠١" مدماكين من عمود على شكل مدخنة فتحتها ١٤×١٤ سم

وفي السطح عند مستوى الدراوي المبنية بسمك ٢/١ طوبة يكون بناء المدخنة بشكل دعامة تبرز عن الحائط بمقدار طوبة كما نرى في "شكل ٢٠٠"، ثم يستمر بعد ذلك بناء المدخنة بشكل عمود ٣٨×٣٨سم وبداخله فتحة المدخنة المربعة المسقط ١٤×١٤سم. "شكل ٢٠١".



"شكل ٢٠٢" مدماكين من حائط سمك ٣٨ سم به فراغي مدخنتين

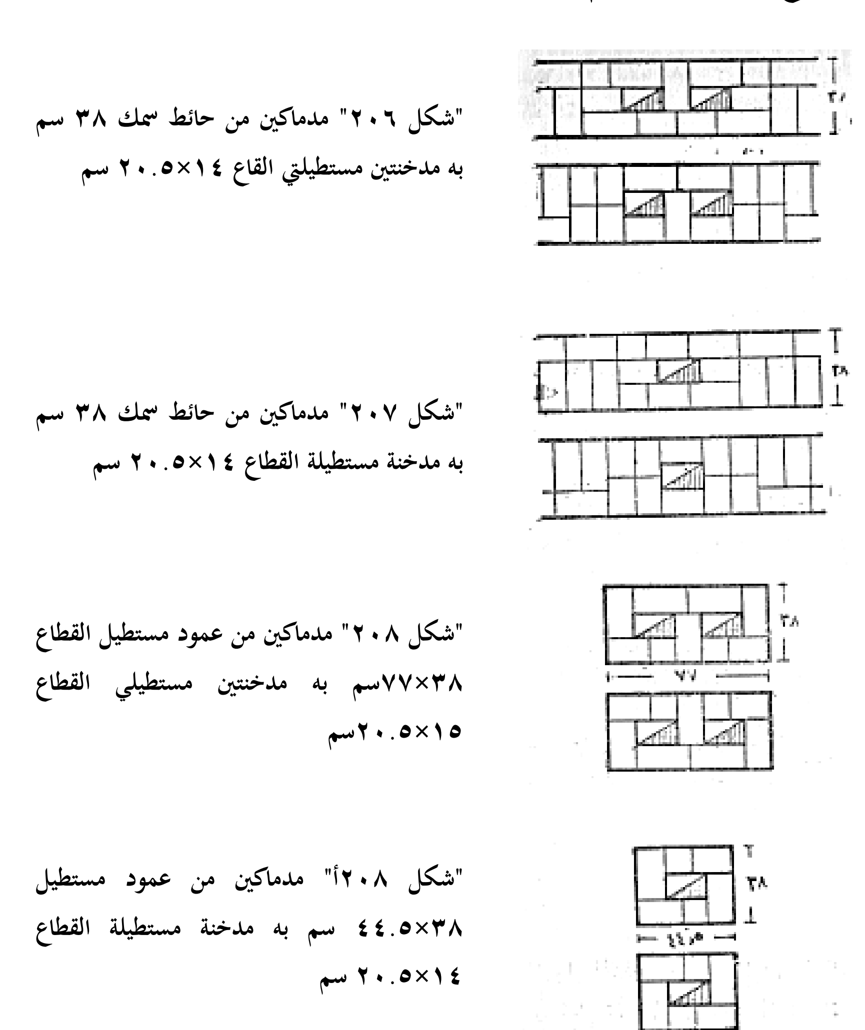
"شكل ٢٠٣" مدماكين من حائط سمك ٢٥ سم به فراغي مدخنتين

"شكل ٢٠٤" مدماكين من حائط سمك ١٢ سم به فراغي مدخنتين

"شكل ٢٠٥" مدماكين من عمود مستطيل المسقط (٣٨×٦٤) وبه مدخنتين.

وهكذا ترينا "الأشكال ٢٠٢– ٢٠٥" طريقة رباط مباني المدخنة ذات الفتحتين في الأدوار المختلفة للبناء. كما نرى كذلك في "شكل ٢٠٨" و"شكل ٢٠٨ أ" شرحاً لطريقة بناء المدخنة المستطيلة القطاع

١٤×٢٠.٥سم البسيطة أو المزدوجة أو مدخنتين متجاورتين مستطيلتي القطاع ١٤×٢٠.٥سم بحائط سمك ١.٥ طوبة.

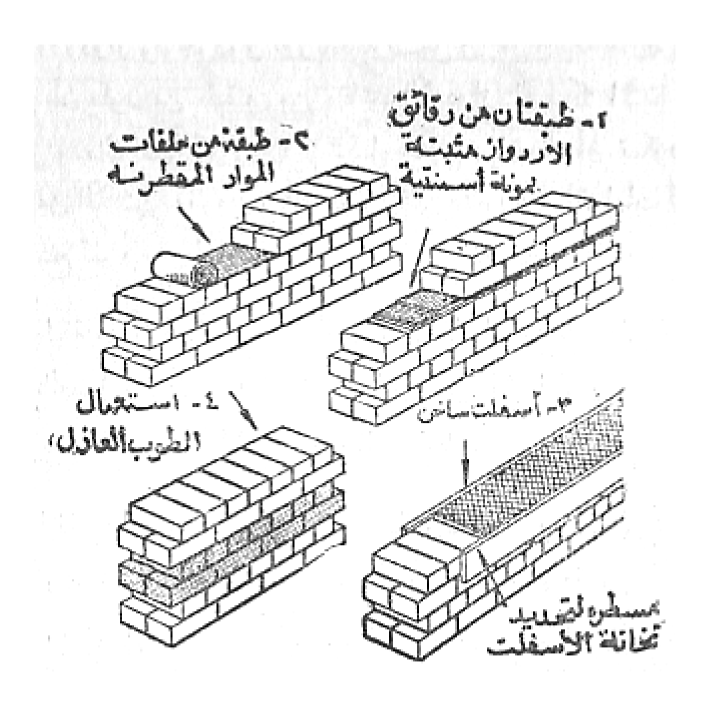


"شكل ٢٠٦" مدماكين من حائط سمك ٣٨ سم به مدخنتين مستطيلتي القاع ١٤×٢٠.٥ سم

"شكل ٢٠٧" مدماكين من حائط سمك ٣٨ سم به مدخنة مستطيلة القطاع ١٤×٢٠.٥ سم

"شكل ٢٠٨" مدماكين من عمود مستطيل القطاع ٣٨×٧٧سم به مدخنتين مستطيلي القطاع ١٥×٢٠.٥سم

"شكل ٢٠٨أ" مدماكين من عمود مستطيل ٣٨×٤٤.٥ سم به مدخنة مستطيلة القطاع ١٤×٢٠.٥ سم



"شكل ٢٠٩" الطرق المختلفة لعمل المادة العازلة بمباني الطوب

الطبقة العازلة بمباني الطوب:

تستعمل الطبقة العازلة بالمباني عادة لعزلها حتى لا تصل إليها الرطوبة ونلاحظ أن امتصاص الرطوبة ممكن أن يكون من أعلا الحائط أو أسفله ... ومثال ذلك الرطوبة الصاعدة في الحوائط من أسفل إلى أعلا أو الماء الذي يتسرب للأساسات كرطوبة تؤثر على الحوائط من داخل الأرض أو من خارجها، والرطوبة المؤثرة على الحوائط من أعلا إلى أسفل كالماء المتخلف من مياه الأمطار بجوار الحوائط أو دراوي السطح وقد تمتصه الحوائط التي بأسفل الدراوي. ولتجنب امتصاص الحوائط لهذه الرطوبة فإن

الحوائط تغطى عادة بطبقة أفقية من المادة العازلة، وقد تستعمل كذلك الطبقة العازلة الرأسية في بعض الأحوال، وقد يستعمل الاثنان معاً.

أما المواد المستعملة في بناء الطبقة العازلة للمباني فهي المواد المقاومة للامتصاص الشعري أو العازلة والمانعة للرطوبة، وأهم أنواع المواد العازلة هي:

١- الإردواز ولوجوده في أوروبا فإنه يستغل في عمل الطبقة العازلة الأفقية بالمباني على أن يكون من طبقتين من رقائق الإردواز السمكية المثبتة بمونة الأسمنت على مدماك المباني كما نرى "شكل ٢٠٩" ويلاحظ أن تكون نسبة هذه المونة من الأسمنت والرمل ١:٣، ويراعي عدم وقوع اللحامات الرأسية على بعضها لمنع تسرب الرطوبة.

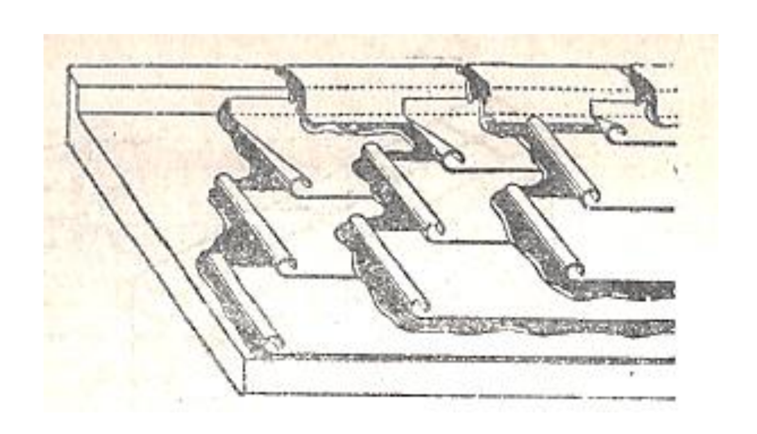
٢- طبقة من ألواح الرصاص توضع بين المداميك، وهذه الطريقة كثيرة الاستعمال بانجلترا إلا أنها لا تستعمل عندنا في مصر كثيراً، وتوضع أفقية بفرشها بعرض الحائط .. كما توضع رأسية كذلك.

٣- طبقة من الخيش المقطرن أو اللباد المقطرن بالبيتوم والمغطى بمجروش المحار أو الإردواز، وكذلك ملفات الريكزيلايت المصنوعة من الإسفلت وما يماثله، ويستعمل رأسياً أو أفقياً كما يستعمل فوق مداميك البناء، كما نرى في "٣ شكل ٢٠٩".

٤- طبقة من الإسفلت الطبيعي المضاف إليه كمية من البيتوم والرمل الجرس، ويفرض وهو ساخن بسمك يتراوح بين ١،٢ سنتيمترا على سمك الحائط وعلى ارتفاع يتراوح بين ٢٠-٣٠ سنتيمترا من منسوب أرض الشارع، كما نرى في "٣ شكل ٢٠٩". وهناك مواد كثيرة مستعملة في أعمال الطبقة العازلة من مستخرجات البترول بخلاف الإسفلت.

ويستعمل الإسفلت كطبقة عازلة رأسية وذلك بطلاء الحائط بطبقة رقيقة منه وهو حار بعد بياض المباني وتخشينها. إلا أنه قد يستعاض عن هذه الطريقة لصعوبتها بوضع الطبقة العازلة خلف حائط بسمك ٢/١ طوبة في وجه المباني المراد عزلها بطبقة عازلة رأسية، والتي تبنى بعيدة عنها بمسافة سمك المادة العازلة التي تكون من الإسفلت الحار الذي يصب في هذه الفجوة المتخلفة بين الحائطين.

٥- وهناك بعض أنواع الطوب العازل أو الذي يعالج ببعض المواد المستخرجة من زيت البترول أو ما يعرف بسائل الزجاج ويبنى مدماكين من هذا الطوب العازل في المباني العادية بدلاً من الطبقة العازلة كما نرى في "٤ شكل ٢٠٩".



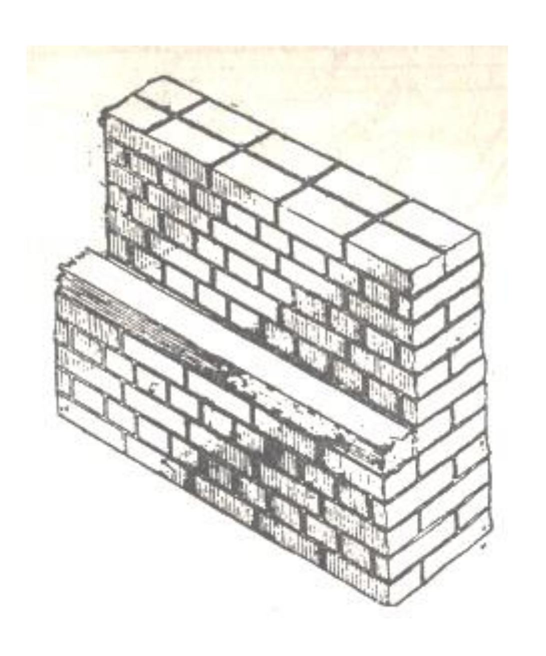
"شكل ٢١٠" طريقة وضع رقائق الطبقة العازلة

٦- هناك بعض المواد التي تضاف إلى المونة المائية لتستعمل كمادة عازلة للرطوبة إذا استعملت في المباني بالطوب لربط المداميك، كما أنها تستعمل كذلك في البياض أو البربقة وفي عمل الخرسانة الواقعية من الرطوبة. ومن هذه المواد مادة الزجاج السائل المعروف تجارياً باسم السليكا أو المسحوق السليكا أو مسحوق بدلو، وتستعمل هذه المواد مع مونة الأسمنت والرمل بحيث تجعل منها مادة لا تسمح بامتصاص الماء أو التأثير عليها برطوبته.

ويلاحظ دائماً في وضع طبقات الطبقة العازلة فوق بعضها على الأسطح الكبيرة، سواء كان ذلك في الخيش المقطرن أو ملفات الريكزيلايت المصنوعة من الأسمنت أو ما يماثلها، على أن تكسى اللحامات في الطبقات الثلاثة كما نرى في "شكل ٢١٠".

تحميل مربوعات السقف على الحوائط:

هناك عدة طرق لحمل مربوعات السقف وهي العروق الحاملة للسقف وترتكز عادة على مخدات من الخشب تكون ممدودة بطولها على البناء ولذلك تسمى مدادات أو ميد. وتتلخص طرق تثبيت المربوعات فيما يلي:



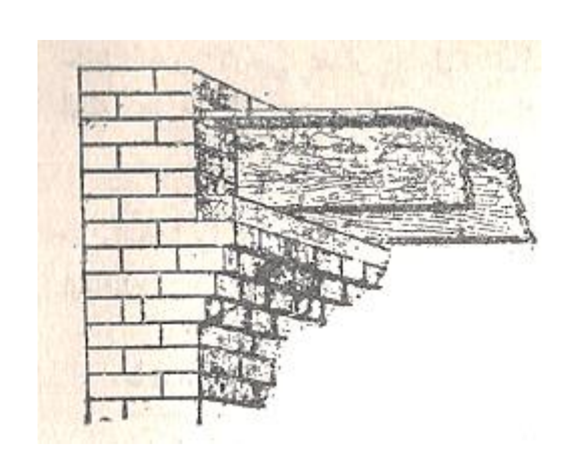
"شكل ٢١١" تركيب المخدة الخشبية على فرق تخانة الحوائط بالأدوار

١– إذا كان سمك الحائط العلوي يقل عن سمك الحائط الذي بأسفله نجد أن الفرق في السمك بين الحائطين يكون قصة يمكن أن تحمل المداد أو المخدة الخشبية التي يرص عليها عروق السقف كما نرى في "شكل ٢١١".

٢- أما إذا كان سمك الحائط واحداً في الطابقين وكان السطح الداخلي للحائط على استقامة واحدة تبعاً لذلك، فهناك طريقتين يمكن إتباع إحداهما:

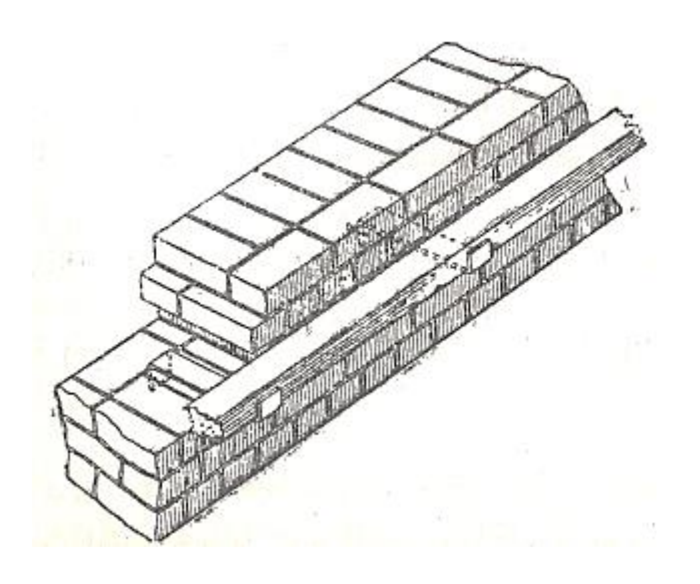
(أ) أما ببناء مداميك بارزة كي يمكن إيجاد بروز يكفى لحمل مربوعات السقف أو العروق عليها بعد وضع الوسادة الخشبية على القصة العليا من هذا البروز، كما نلاحظ أن يكون بروز القصة الواحدة في كل مدماك عن المدماك الذي بأسفله بمقدار ١/١٨طوبة، كما نرى في "شكل ٢١٢". إلا أنه كذلك يمكن تكرار القصة العلوية أي تكون بسمك مدماكين إذا أريد زيادة في المتانة.

(ب) يمكن في بعض الأحوال تحميل المخدة الخشبية على كانات حديدية تثبت في الحائط وتحمل عروق السقف "شكل ٢١٣" إلا أن هذه الحالة لا تستعمل إلا في الظروف الاضطرارية.



"شكل ٢١٢" تحميل العروق الحاملة للسقف على قصص في البناء تحمل المخدة الخشبية

٣- وقد يكون السطح الداخلي للحائط في الطابق الأرضي بارزاً عن السطح الداخلي للحائط في الدور الأول بمقدار ٤/١ طوبة أي حوالي ٦سم، ويكون مثل هذا البروز في الوجه الخارجي أيضاً، وفي هذه الحالة يكفي أن يكون مقدار بروز آخر قصة من أعلا بقدر ٤/١ طوبة لإيجاد عرض يكفي لتثبيت المخدة الحاملة للعروق التي تحمل السقف إذ يكون العرض الكلي للبروز هو ٣/١ طوبة أي ١٢سم.



"شكل ٢١٣" تحميل العروق الحاملة للسقف على مخدة خشبية مثبتة في الحائط بكانات حديدية

٤- في بعض الأحوال إذا كان حائط الدور الأول يقل في السمك عن حائط الدور الأرضي بمقدار ٤/١ طوبة يكتفي بأن تحمل العروق الحاملة للسقف على هذا البروز مع جعلها سابحة في سمك الحائط للتقوية.

٤- وهناك طريقة شائعة عندنا في المباني المصرية البسيطة التي يكون فيها سمك الحائط واحداً في الطابقين ويكتفي فيها بأن تجعل العروق سابحة في سمك الحائط.

الطيلسانات ونهاية حوائط الطوب:

تعمل الطيلسانات عادة لتغطي نهاية الحوائط كالدراوي والأسوار، كما تحميها ضد العوامل المختلفة وخاصة الأمطار. ولا شك أن للطيلسانات ميزة أخرى وهي أنها تكسب الحائط جمالاً بتكملة تكوينه... ويظهر فائدة الطيلسانات بشكل واضح في البلاد الباردة التي يكثر فيها الأمطار، إذ أننا يمكن أن نتصور الخسارة التي تحدث من تشرب الحوائط لمياه الأمطار لو تسربت إلى داخل البناء إذ يتجمد الماء في الثقوب ويسبب تصدع المباني.

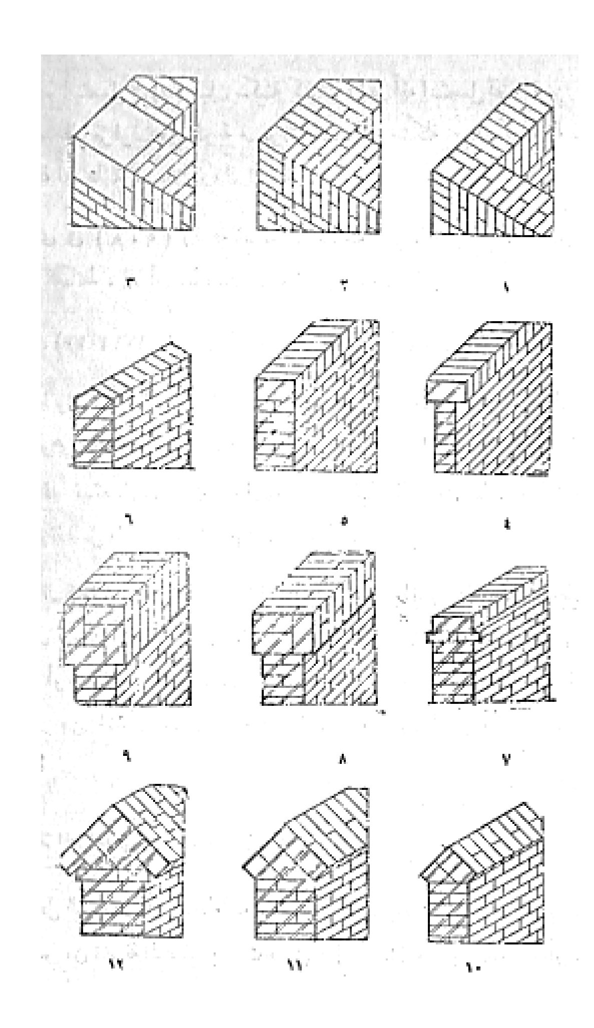
ولذلك فإن خير أشكال الطيلسانات ما يبعد مياه الأمطار عن الحوائط المبنية تحتها، كما أنه يراعي قلة اللحامات حتى لا تتسرب المياه عن طريقها إلى داخلية البناء.

والمونة المستعملة عادة في بناء الطيلسانات هي مونة الأسمنت والرمل بنسبة ١:٢ وهي نسبة عالية من الأسمنت تضمن قوة تماسك اللحامات.

إلا أنه في بعض البلاد – وخاصة في هولندا تعمل تعشيقات كثيرة في بعض أنواع الطيلسانات، إلا أنه يراعي كذلك دقة صناعتها وإحكام اللحامات.

ونرى في "شكل ٢١٤" أشكالاً مختلفة لنهاية الحوائط والطيلسانات المبنية من الطوب..

ونرى في "١,٢" نهاية حائط عادي بعرض طوبة وطوبة ونصف أما في "٣" فنرى استعمال قطعة من الحجر المنحوت في الركن لتقويته وتدعيمه. وفي "٤" نرى مدماك سكنية على حائط نصف طوبة "عرطوبة"،



"شكل ٢١٤" أشكال مختلفة لنهاية الحوائط والطيلسانات

كما نرى في "٥" مدماك سكينة فوق حائط بعرض طوبة كطبان.

والمدماك السكينة المستعمل في "٦" مشكل أو مصنوع خصيصاً على هيئة مثلث ويسمى طبان من مدماك سكينة مهرم.

وقد استعمل في "٧" طبان سكينة كذلك، إلا أنه استعمل تحته إفريز على شكل مدماك مرفرف من طوبة مسبوكة خصيصاً أو مشكلة بحيث يكون لها حافة مشطوفة أو مائلة لتسمح بنزول الأمطار.

ونرى في "٨،٩" رفرفة الطيلسان كذلك حتى لا تصل مياه الأمطار إلى واجهة الحائط، إلا أن الطيلسان هنا مبني من طوب عادي.

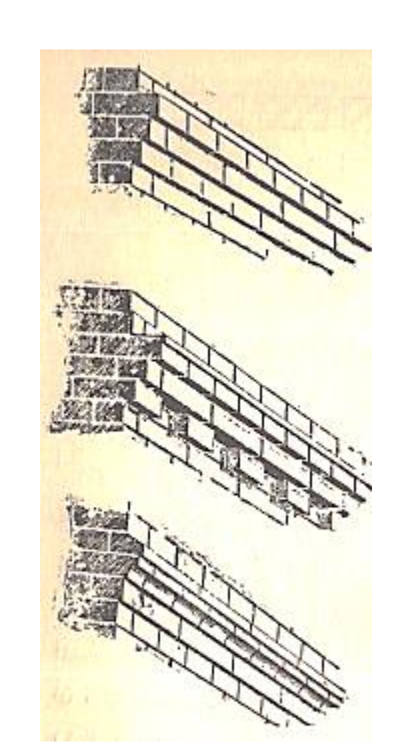
وفي "١٠،١١،١٢" نرى أنواعاً مختلفة للطيلسانات على شكل طبان مهرم.

هذا وقد تغطى الحوائط أو الدراوي من أعلى بقرميد أو قطع مسبوكة من الآجر وهي مختلفة الأشكال ويمكن أن تصنع حسب ما يتطلبه التصميم. كما أنه كذلك قد تستعمل في مباني الدراوي الطوب طيلسانات من الأحجار المنحوتة وسيأتي تفصيل أنواعها في الكلام عن الأحجار.

أما الكرانيش التي تعمل في نهاية المباني أو كرانيش الوسط أو حليات الأسفال فيمكن أن تصنع من الطوب بأشكال بسيطة كما نرى في "شكل ٢١٥-٢١٧" أو أي شكل آخر حسب التصميم الموضوع بشكل الكرنيش كما نرى في كثير من المباني الكلاسيكية وفي الطراز القوطي المبني بطوب مسبوك خصيصاً..

كحلة العراميس أو اللحامات بمباني الطوب

تكحل العراميس أو اللحامات في مباني الطوب بعد إتمامها، وذلك بتجريد العراميس من المونة الأصلية بسمك حوالي ١ إلى ٢ سنتي متر بواسطة قطعة أو أداه من السلك أو الخشب تسمى "نكاشة اللحامات" أو بواسطة المسطرين. ثم ترش العراميس بالماء وبعد ذلك تحكل بمونة خاصة مكونة من الأسمنت والرمل بنسبة ١ إلى ٢ أو ١ إلى ١ وبعد ملئها بالمونة تصقل وتشكل حسب الشكل المطلوب بواسطة " المكواه" الموضحة في "شكل ٣٥".

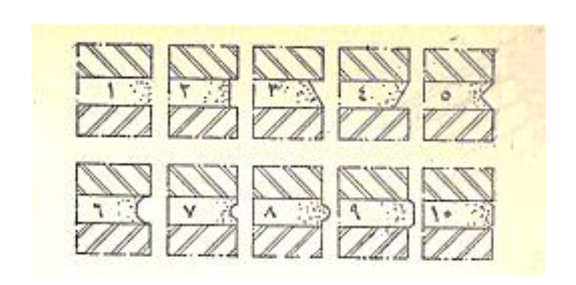


"شكل ٢١٥" كورنيش بسيط من قالب يكون رفرفه بالمداميك

"شكل ٢١٦" كورنيش به أسنان من قوالب عادية

"شكل ٢١٧" كورنيش به رفرفة من قوالب بها شطف وتقوير

وتختلف أشكال الكحلة في المباني حسب التصميم، كما نرى في "شكل ٢١٨". ويمكن أن تكون على شكل لحام مستقيم أو مسح "١" أو غاطس مستقيم ويسمى لحام ربع "٢" ، أو مشطوف لأعلى "٣" ، أو مشطوف لأسفل "٤" ، أو مثلث غائر "٥"، أو لحام مستدير مكحول أو ملفوف "٦"، أو بمجرى مكحولة مستديرة مقعرة "٧" ، أو محدبة "٨"، أو لحام حجاري قايم أو بارز "٩" ، أو حجاري مستوي.."١٠" أو غيره من الأشكال الكثيرة التي يمكن أن يكون عليها الكحلة في العراميس. هذا في المباني التي يراد فيها أن تظهر واجهتها بدون بياض، أما إذا كانت ستغطى بطبقة البياض أو أي نوع من الكسوة فيكتفي بنكش اللحامات مع ترك سطوح قوالب الطوب خشنة حتى تساعد على تماسك مونة الطلاء مع المباني.

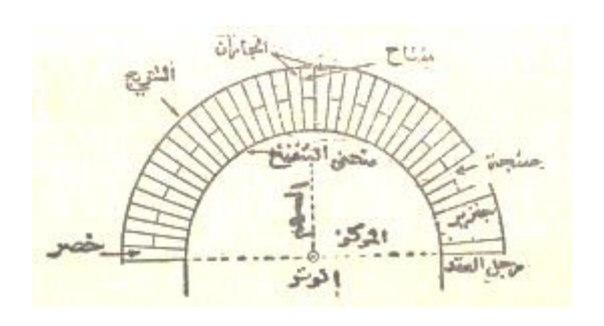


"شكل ٢١٨" أنواع اللحامات المختلفة لمباني الطوب

العقود من الطوب:

كثيراً ما نستعمل العقود للتعتيب أو تغطية الفتحات في المباني ولتوزيع الضغوط على الأكتاف. وتبنى العقود دائماً بمونة أسمنتية وبعناية

خاصة في اللحامات حتى لا تتعرض المباني إلى التصدع. ويتركب العقد من قوالب متراصة بحيث تعطي الشكل المعماري المطلوب الذي يختلف تبعاً للطراز أو الشكل المعماري واتساع الفتحة أو بحر العقد. ويجمل بنا قبل الكلام عن العقود أن نذكر الأسماء المختلفة لأجزائها حسب ما اصطلح عليه، وكما نرى في "شكل **٢١٩**".



"شكل **٢١٩**" عقد نصف دائري موضح عليه أسماء الأجزاء المختلفة

١- صنجة العقد: وهي الأجزاء التي يتركب منها العقد "من الطوب أو الحجر".

٢- مفتاح العقد: هو الصنجة الوسطى في العقد.

٣- تاج العقد: الجزء العلوي لمفتاح العقد.

٤- الجاران: الصنجتان المحصور بينهما مفتاح العقد.

٥- خصر العقد: الصنجة الأولى التي يبدأ بها استدارة العقد.

٦- رجل العقد: الجزء الذي يتركز عليه خصر العقد، وفي مباني الطوب قد تصنع من الحجر أو الطوب.

٧- منحنى التنفيخ: "أو تنفيخ العقد" وهو السطح السفلي لمنحنى العقد ويقال له بنطية العقد.

٨- التتويج: وهو المنحنى الخارجي للعقد ويسمى كذلك التجريد.

٩- السمبوكسة: وهي الجزء المحصور بين عقدين متجاورين.

١٠- السهم: هو ارتفاع العقد.

١١- الوتر: ويطلق عليه البحر وهو فتحة العقد أو اتساعه.

١٢- نقطتا الاتصال: وهما نقطتا بداية استدارة العقد.

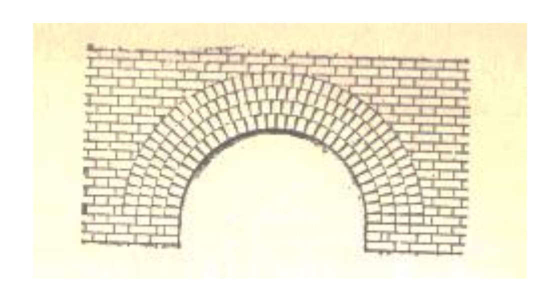
١٣- خط الاتصال: هو الخط الأفقي الواصل بين نقطتي الاتصال.

١٤- الجنزير: وهو مدماك العقد سواء كان مستقيماً أو منحنياً.

ويمكن تقسيم عقود الطوب من حيث مادة البناء إلى قسمين:-

أ- عقود بكاملها بالطوب الأحمر كما نرى في "شكل ٢٢٠".

ب- عقود مبنية من الطوب الأحمر والخرسانة كما نرى في "شكل ٢٢١".



"شكل ٢٢٠" عقد نصف دائري مبني بالطوب العادي



"شكل ٢٢١" عقد نصف دائري مبني بالطوب والخرسانة

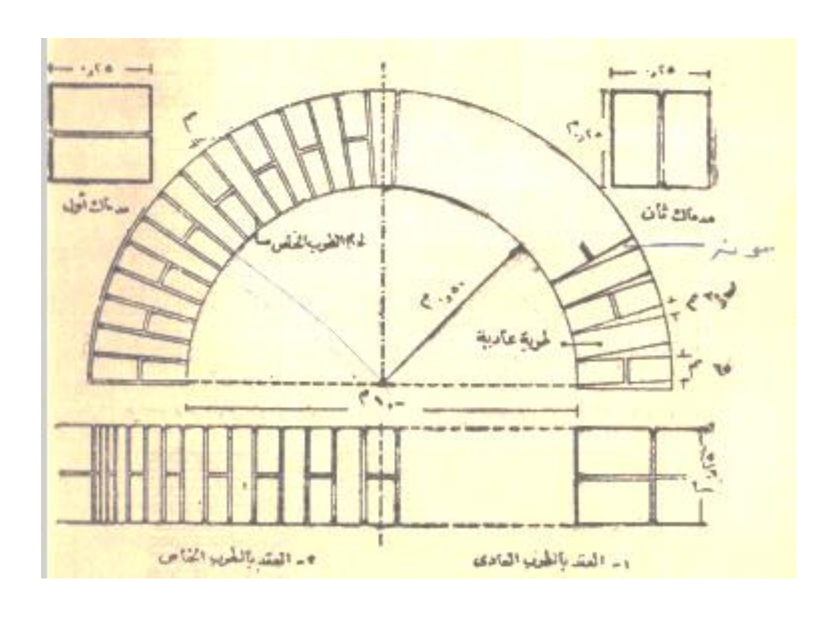
وكذلك يمكن تقسيم العقود المبنية من حيث الجنزير وشكل الصنج إلى قسمين:-

أ- العقد الغشيم وهو يعمل من جنزير أو أكثر ويترك فيه القالب صحيحاً ولذلك فإن سطحا التحامي القالب مماسين لمحيط دائرة مرسومة من مركز منحنى العقد وقطرها يساوي سمك القالب. كما أنه يتكون مثلث بين كل صنجتين متجاورتين ويكون رأس هذا المثلث واقعة على تنفيخ الجنزير وقاعدته على تجريده أي على المنحنى الخارجي للعقد، ويملأ

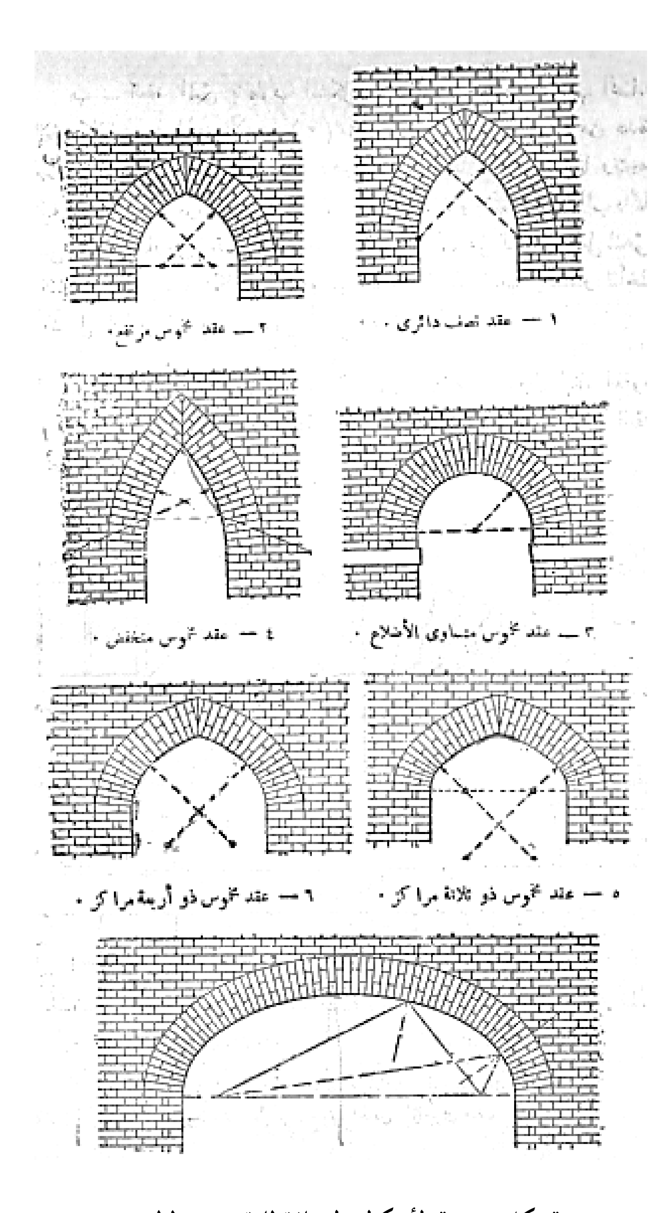
هذا المثلث بين الصنجتين بالمونة كما نرى في الجزء الأيمن "١" من "شكل ١٢٢".

ب- العقد المبني بالطوب المشكل أو المقطوع خصيصاً ليناسب انحناء العقد كما نرى في الجزء الأيسر "٢" من "شكل ٢٢٢". ويبنى من عدة جنازير بالسمك المطلوب، ويكون رص القوالب رصاً هندسياً منتظماً وتتجه فيه اللحامات نحو مراكز المنحنيات المرصوصة عليها، ويحسب سمك القالب دائماً على المنحنى الخارجي للعقد، وبذلك يكون سمك القالب على السطح السفلي لمنحنى التنفيخ أصغر. وتشكل هذه القوالب عادة بواسطة قطعها بالمنشار لتأخذ الشكل المطلوب للصنجة مع تسوية أسطح لحاماتها...

ونرى في "شكل ٢٢٣" بعض الأشكال الشائعة الاستعمال لبناء العقود بالطوب وطريقة رسمها، ويلاحظ دائماً اتجاه لحامات صنج كل قوس في العقد نحو مركزه:



"شكل ٢٢٢" عقد نصفه الأيمن بالطوب الغشيم العادي والنصف الأيسر بالطوب الخاص كما يرى صف المداميك



"شكل ٢٢٣" الأشكال المختلفة للعقود من الطوب

١- العقد النصف دائري: ويعرف بعقد البيكار ويكون التنفيخ أو السطح السفلي لمنحنى العقد فيه عبارة عن قوس نصف دائرة أي أن السهم فيه مساو بالضبط لنصف الوتر.

٢-العقد المخموس المرتفع: ومركزاً القوسين فيه خارج فتحة العقد، ونلاحظ فيه كذلك أن السهم- أي ارتفاع العقد- أكبر من الوتر أي اتساع العقد.

٣-العقد المخموس متساوي الأضلاع: ويسمى العقد الستيني" نسبة إلى المثلث المتساوي الأضلاع والزوايا ٦٠°" ولقوسيه مركزان يقعان على نقطتي الاتصال، ولذلك فإن السهم يساوي الوتر في هذا العقد.

٤-العقد المخموس المنخفض: ويكون فيه السهم أصغر من الوتر، كما أن مركزي قوسيه يقعان على الوتر داخل فتحة العقد.

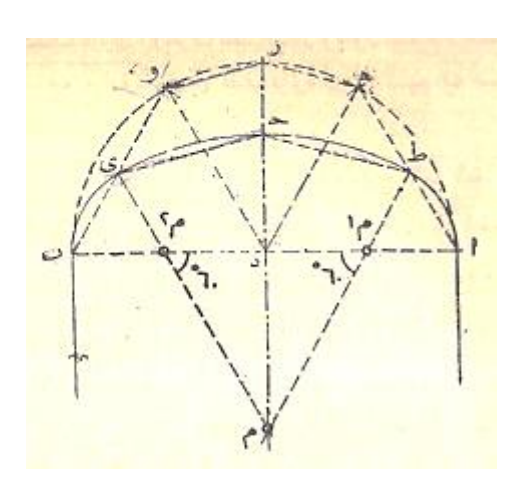
٥-العقد المخموس ذو الثلاثة مراكز: وله ثلاثة مراكز يقع أحدها على نقطة منتصف الوتر واثنان على رأس زاويتي قاعدة المثلث القائم الرأس المتساوي الساقين المقامة رأسه أسفل المركز الأول وقاعدته تساوي نصف الوتر.

٦-العقد المخموس ذو الأربعة مراكز: وله أربعة مراكز منها يقع اثنان على نقطتي تقسيم نصفي الوتر، واثنان على الزاويتين

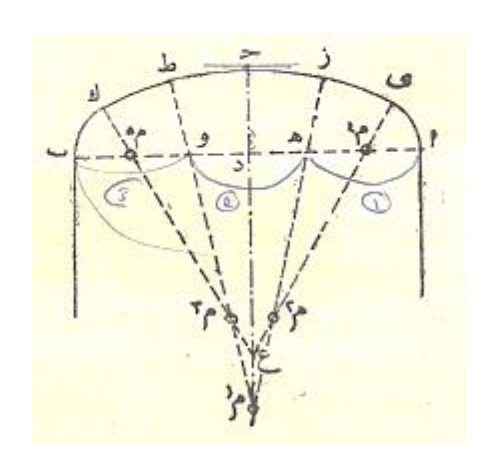
الأخريين للمربع المقام على الجزء من الوتر الواصل بين النقطتين السابقتين من أسفل.

٧-العقد الأهليجي: ويسمى كذلك العقد البيضاوي أو المرجوني ويرسم بثلاثة مراكز أو بخمسة مراكز.

ويحدد البناءون منحنى العقد الإهليجي بطريقة الخيط وذلك بتقسيم الوتر إلى ثمانية أو ستة أقسام، وفي نقطتي التقسيم المتطرفتين يثبت مسماران ثم يعمل الخيط بشكل مثلث رؤوس زواياه نقطتا التقسيم المتطرفتان ونقطة النهاية العليا للسهم التي يثبت بها قلم رصاص ليحدد منحنى العقد إذا تحرك كما نرى في الرسم ٧ من "شكل ٢٢٣".



"شكل ٢٢٤" طريقة رسم منحنى العقد الإهليجي ذي الثلاثة مراكز



"شكل ٢٢٥" طريقة رسم منحنى العقد الإهليجي ذي الخمسة مراكز

وهناك طريقتان خاصتان لرسم المنحنى الإهليجي ذي الثلاثة مراكز والخمسة مراكز:

أ- أما العقد الإهليجي ذي الثلاثة مراكز فيرسم كما نرى في "شكل ٢٢٤" وذلك بأن يرسم الوتر ويحدد طوله وليكن أ ب ثم ينصف في نقطة د ثم يرسم منها المحور الرأسي محدداً عليه مقدار السهم أو ارتفاع العقد وليكن د جـ ثم نرسم من د دائرة على الوتر أ ب تقسم إلى ثلاثة أقسام بالفرجار وليكن نقطتا التقسيم هـ ، وكما نعين النقطة ر منتصف القوس ثم توصل أ هـ ،هـ ر وكذلك نوصل ر و ، و ب.

ومن نقطة جـ نرسم خطين جـ ط، جـ ي موازيين للوترين ر هـ، ر و يمتدان على استقامتهما حتى يقابلا الوترين أ هـ في ط ، ب و في ي فتكون نقطتا ط ، ي هما نقطتا تمام القوسين الخارجيين مع القوس الأوسط للعقد. نوصل هـ د ، و د كما نرسم من ط ، ي الخطين ط م ، ي م موازيان

للخطين هـ د، و د فتحدد نقط م كمركز للمنحنى الأوسط، كما أن المستقيم ط م يقطع الوتر أ ب في م١ والمستقيم ي م يقطع الوتر أ ب في م ٢ وهما مركزا المنحنى المتطرف الأيمن والأيسر وبذلك نكون قد حددنا المراكز الثلاثة للمنحنى في م ، م ١ ، م٢.

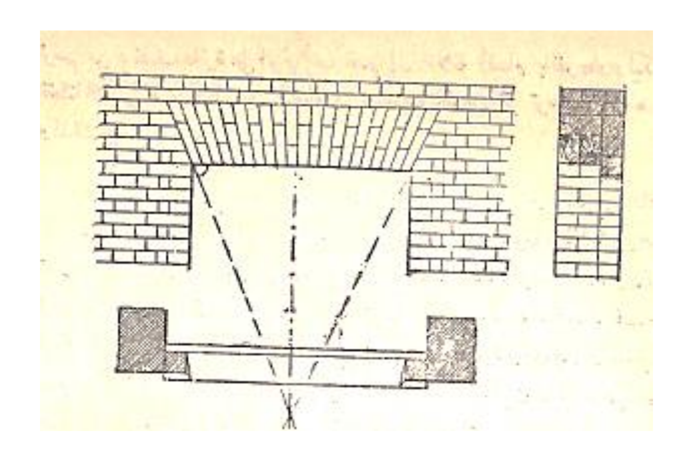
ب- يرسم العقد الإهليجي ذي الخمسة مراكز بتحديد الوتر أ ب ثم تحديد السهم د جـ يقسم الوتر إلى ستة أقسام متساوية أم ٤ ،م ٤هـ، هـ د، د و ، و م ٥، م ٥ ب . ثم يرسم من نقطتي التقسيم المتطرفتين م ٤، م ٥ الخطان م ٤ ع، ع م ٥ بحيث يصنع كل منهما زاوية قدرها ٦٠° مع خطي الوتر ويمدان حتى يتلاقيا في ع على المحور الرأسي للعقد الذي ينصف الفتحة والمرسوم على امتداد السهم جـ د.

يحدد ع م١ على المحور أسفل نقطة ع بحيث يكون مساوي لأحد الأقسام الستة للوتر ثم نصل بين نقطة و ونقطتي التقسيم ز، ط بالمستقيمين م ١ ز ، م ١ ط فيقطعان المستقيمين الأولين ع٢، ع ك في م٢ ،م٣.

وبذلك نرى أن نقطة م١ مركز للقوس الأوسط ز ط، ونقطتي م ٢ ، م ٣ مركزي القوسين ز ي ، ط ك، كما أن نقطتي م ٤، م ٥ مركزان للقوسين الخارجيين ي أ ، ك ب.

٨-العقد المستقيم : وفيه التنفيخ والتجريد مستقيمان، ويلاحظ أن يكون مقدار سمكه يساوي عدداً من مداميك الطوب في الحائط الأصلية

وتتجه لحاماته غالباً نحو رأس المثلث المتساوي الأضلاع المقلوب المنشأ لأسفل خط التنفيخ، إلا أنه في بعض الأحوال تكون نقطة اختيارية تفرض على محور العقد تحت رأس هذا المثلث "شكل ٢٢٦". كما أنه في العقد المستقيم المعروف بالهولندي

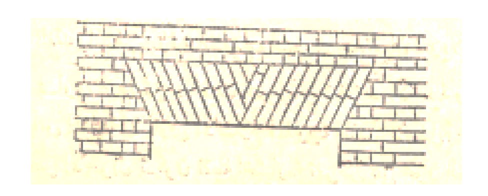


"شكل ٢٢٦" لعقد مستقيم واجهة ومسقط وقطاع

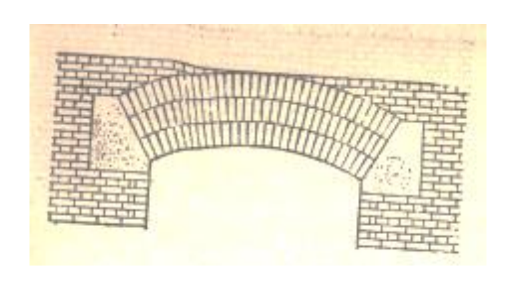
أو الفلمنكي أو الفرنسي وتكون لحامات صنجة متوازية ومضادة الاتجاه لكل من نصفيه. وتكون زاوية الميل عادة ٦٠° "شكل ٢٢٧".

ونلاحظ في العقد المستقيم أنه في بعض الأحوال يكون من خلفه عتبا من أية مادة من المواد كالخشب أو الحديد أو الخرسانة المسلحة، سواء أكان فوق هذا العتب عقد تخفيف أم لا. كما أنه في كثير من الأحوال تعمل قوصرة خفيفة في منتصف العقد وهي عبارة عن ارتفاع عن المستوى الأفقي لتنفيخ العقد وهذا الارتفاع عبارة عن سنتيمتر واحد في المتر،وذلك

حتى لا يظهر هبوط العقد عن خط مستقيم بين نقطتي الاتصال في العقد إذا حدث تربيح في مبانيه.



"شكل ٢٢٧" العقد المستقيم الفلمنكي وهو يسمى أيضاً العقد الهولندي أو الفرنسي



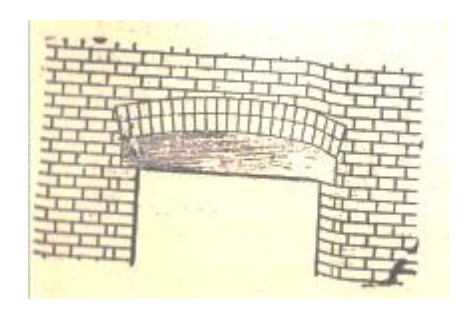
"شكل ٢٢٨" العقد الموتور

٩-العقد الموتور: وله أشكال مختلفة من حيث مقدار سهمه وتناسبه مع الوتر وكذلك نوع العقد نفسه ونوع الحائط المبني بها.. ويجب أن تتجه لحامات الصنج في العقد نحو الإشعاع، كما أنه يجوز أن تعمل رجل العقد من حجر مشكل كالوضع المطلوب ليعتمد عليه العقد "شكل ٢٢٨" ونرى في "شكل ٢٢٩" عقداً موتوراً غشيماً يعتمد على عتب خشبي مشكل سطحه العلوي بالانحناء المطلوب لتنفيخ السطح السفلي لمنحنى العقد، وبذلك يسمى العقد باسم عقد تخفيف لأن الفتحة مغطاة أصلاً بعتب خشبي. وفي "شكل٢٣٠" نرى عقد تخفيف كذلك يعتمد أصلاً على

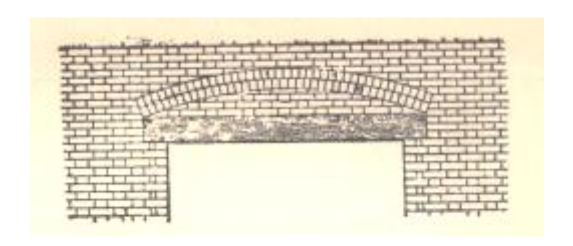
عتب خشبي ومن فوقه ملو بالطوب بحيث يشكل سطحه العلوي على شكل الانحناء المطلوب لتنفيخ السطح السفلي لمنحنى العقد.

الشدات الخشبية في عبوات العقود

والعقود العادية تبنى على شدات خشبية أو عبوات. وتتكون هذه الشدات أو



"شكل ٢٢٩" عقد موتور مستعمل كعقد تخفيف فوق عتب خشبي يغطي الفتحة

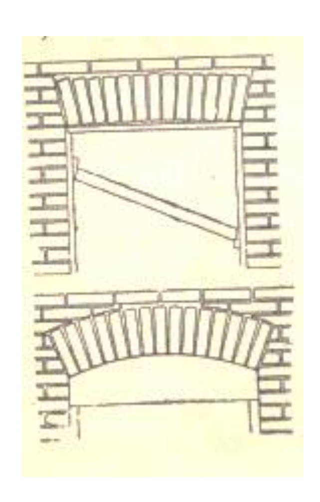


"شكل ٢٣٠" عقد موتور مستعمل كعقد تخفيف فوق ملو محمل على عتب خشبي

العبوات من مجموعة من القطع الخشبية التي يسمر بعضها إلى بعض بحيث يشكل سطحها الخارجي بشكل انحناء العقد.

وفي العقود المستوية البسيطة يمكن أن تكون العبوة عبارة عن لوح من الخشب بسمك ٢ بوصة ومرفوع على دعامتين أو قائمين من طرفيه مع وضع خوابير تحت كل دعامة لتوطين العبوة وضبطها عند التركيب وسهولة فكها بعد جفاف المونة بلحام صنج العقد. كما تعمل كذلك دعامة عرضية للتثبيت كما نرى في الرسم التوضيحي "شكل ٢٣١".

أما في العقود الموتورة البسيطة، فيكتفي في عمل شداتها بأن يثبت على القائمين لوحان يشكل سطحهما العلوي بشكل انحناء العقد الموتور كما نرى في "شكل٢٣٢".





"شكل ٢٣١" شدة بسيطة لعقد مستوي عادي

"شكل ٢٣٢" شدة بسيطة لعقد موتور عادي

ويمكن أن يغطى هذا السطح العلوي بعيدان البغدادلي أو بقطع من الخشب بقطاع ٢×١ بوصة، أو أنصاف مراين وتسمر متلاحمة إلى جوار بعضها على شكل انحناء العقد المطلوب وذلك في العقود الكبيرة من النموذج السابق" الموتور" والعقود النصف دائرية وغيرها.

ونرى "شكل ٢٣٣" مثال آخر للعبوات في العقد المخموس متساوي الأضلاع ونلاحظ فيه تحديد ثلاثة مراكز لضبط لحامات الصنج، ولها ثلاثة حلول:-

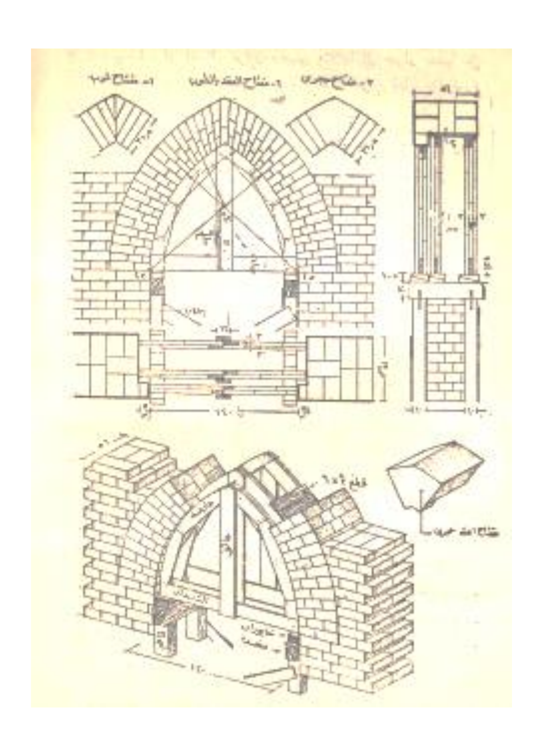
١- إما أن تتجه لحامات الصنج كلها نحو المركزين الأساسيين للعقد وهما في م ١، م ٢، كما نرى في الرسم "شكل ٢٣٣".

٢- أو يحدد على السهم منتصفه في م ٣ ثم يكون لحامات الصنج التي تعلو امتداد الخيط الواصل بين م ١- م ٣ -، م ٢- م ٣ مركزها م ٣، كما نرى في الرسم "شكل ٢٣٣".

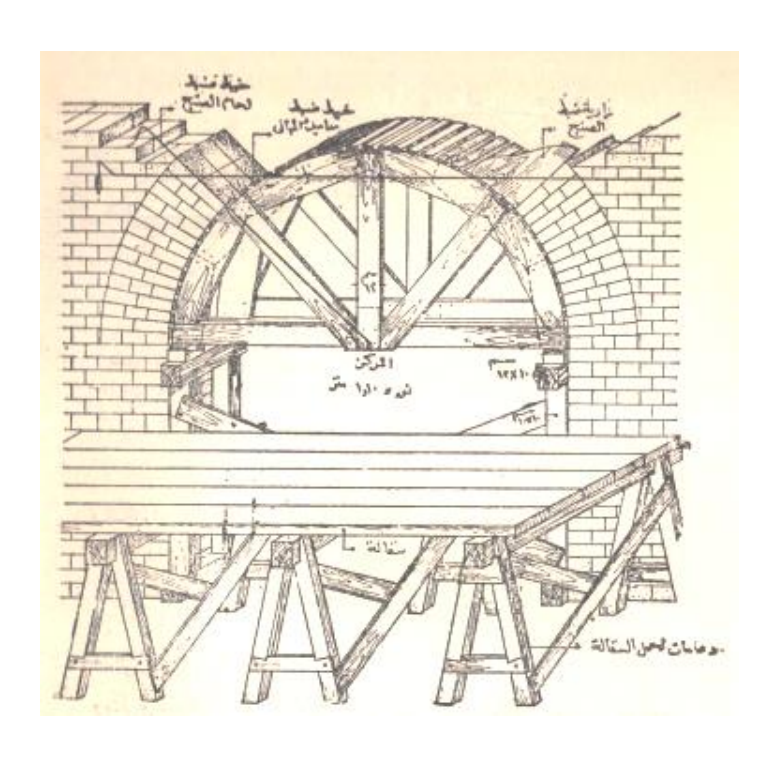
٣- يعمل مفتاح حجري بأن يتجه لحامات الصنج إلى مركزي العقد م٢، م٢ كالحل الأول ثم يركب عليها مفتاح من الحجر يشكل بالوضع المطلوب، كما نرى في الرسم التوضيحي للمفتاح الحجري "شكل ٢٣٣".
ونرى في "شكل ٢٣٤" مثالاً لطريقة عمل الشدة أو العبوة الخشبية لبناء العقود النصف دائرية، ولتسهيل البناء يمكن تثبيت خيط في مركز العقد لضبط الصنج المنتظمة... كما يمكن كذلك عمل وزنة من الخشب وتسمى "زاوية لوزن صنج العقد"، بحيث يكون أحد أضلاعها على شكل قوس يتفق مع قوس سطح التنفيخ السفلي للعقد، ويكون الضلع الآخر عمودياً على مماس هذا القوس "أي موازياً لخط الإشعاع من مركز العقد" بحيث إذا تحركت زاوية الوزنة على قوس سطح تنفيخ العقد يكون الضلع

الآخر دائماً متجهاً نحو مركز العقد. ويمكن بهذه الطريقة تحديد وضع القوالب واتجاه الصنج.

وقد يستعمل البناء كذلك بعض الطرق العملية في تحضير العبوات السريعة لضبط صنج العقود الصعبة التركيب كالعقد الإهليجي، وذلك بعمل العبوات اللازمة



"شكل ٢٣٣" شدة أو عبوة لعقد مخموس متساوي الأضلاع

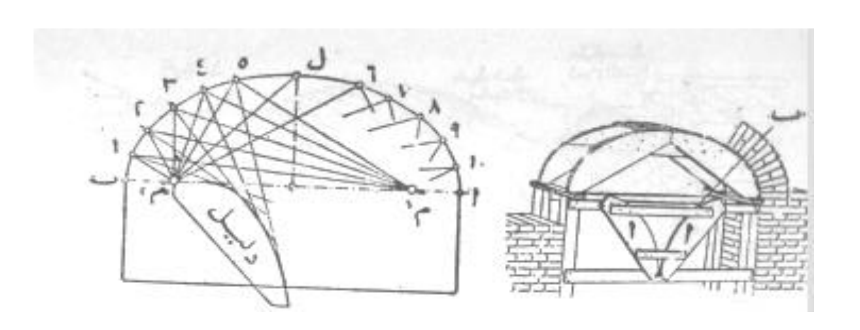


"شكل ٢٣٤" مثال لطريقة عمل عبوة لعقد نصف دائري

مع تحضير فخذين من الخشب كما نرى في أ "شكل ٢٣٥" ويكونان كدليل للخيط المثبت في المركز الأوسط للعقد.. وإذا أمسك البناء طرف الخيط في ب، وحركه فإنه يشير دائماً إلى الاتجاه الصحيح لتحديد لحامات العراميس بين صنج العقد "شكل ٢٣٥".

أما طريقة تحضير هذه الأفخاذ الخشبية المستعملة كدليل فيعمل عادة بطريقة الخيط السابق شرحها والتي يحدد فيها مركز القوسين المتطرفين م ١، م٢ "شكل ٢٣٦" على وتر العقد أ ب، ثم يثبت طرفا الخيط في

المركزين المتطرفين م ١، ٢ بحيث يكون زاوية رأسها النقطة العليا للسهم المتقاطع مع منحنى التنفيخ



"شكل ٢٣٥" عبوة عقد إهليجي بدليل لتحديد لحامات العراميس بين

"شكل ٢٣٦" طريقة تحديد تقوض دليل لحامات العراميس بين صنج العقد

ولتكن ل. وإذا حددنا النقط ١، ٢، ٣، ٤، ٥ على نصف قوس التنفيخ ب ل ، وجعلنا رأس الزاوية التي تكون الخيط المثبت طرفيه المركزين المتطرفين في النقطة ١ ثم نصفنا زاوية رأس هذا المثلث وكررنا هذه العملية في النقط ٢، ٣، ٤، ٥ نجد أن الخط المنحني الواصل بين تقاطع خطوط التنصيف للزوايا المتتالية هو المنحنى المطلوب ليشكل الدليل الخشبي لتحديد اتجاه العراميس بين صنج العقد المختلفة. وبتكرار هذه العملية في النقط ٦–١٠ يمكن تحديد المنحنى للدليل في النصف الآخر من العقد.

ونلاحظ أنه في العقود الكبيرة يزاد قليلاً في ارتفاع العبوة لتعويض ما يحدث من هبوط رأس العقد عند انضغاط العقد بعد فك العبوة إذ أن ضغط البناء يحدث تداخلاً في مونة اللحامات.. كما يلاحظ أنه إذا كانت نسبة السهم للوتر صغيرة كان هبوط رأس العقد كبيراً.

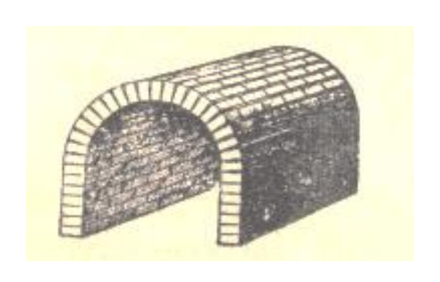
القبوات العادية والمتقاطعة

القبوات:

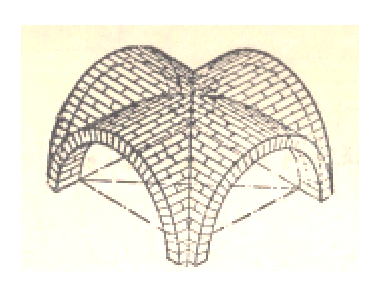
والقبو ما هو إلا بناء معقود استعمل للتسقيف أو لتغطية الدهاليز والطرقات الطويلة.. أو بمعنى آخر عقود مستمرة مربوطة ببعضها برباطات بالمباني كما نرى في "شكل ٢٣٧" ولكنا نجد أن عيب هذه القبوات هو عدم إمكانية فتح النوافذ في مستوى مرتفع من حوائطها. وهناك بعض الأمثلة لأشكال القبوات في المباني المصرية القديمة وأشهرها مباني المخازن الملحقة بمعبد الرمسيوم بالبر الغربي من الأقصر. وقد بنيت مباني القبوات في مصر القديمة منذ آلاف السنين بالطريقة المصرية بدون صلبات أو عبوات خشبية.. وذلك بأن يعتمد العقد على حائط خلفي يرتكز عليه وترتكز عليه الحلقة الأولى بأن تميل قليلاً إلى الخلف، ثم تعتمد عليها الحلقة التي تليها وهكذا كما سبق أن شاهدنا في "شكل ٢".. وعلى هذا فكان القبو عبارة عن عدة عقود إلى جوار بعضها وغير مربوطة ببعضها بخلاف ما يحدث في بناء القبوات المبنية بعبوات خشبية.

القبوات المتقابلة والمتقاطعة:

وقد تتقابل أو تتقاطع القبوات لتغطية دهليزين متقابلين أو متقاطعين. ويطلق على الأقبية المتقاطعة " المصلبة" لأن تقاطعها يكون على شكل صليب. ونرى في



"شكل ٢٣٧" القبو العادي المستمر ويبنى فوق حائطين متوازيين



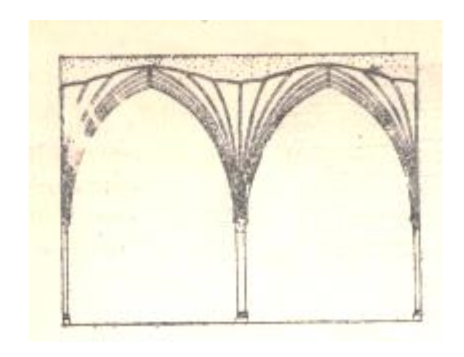
"شكل٢٣٨" القبو المتقاطع وهو يكون من تقاطع قبوين نصف اسطوانيين متحدين في الاتساع

"شكل ٢٣٨" رسماً يبين قبوين نصف دائريين متقاطعين ومتحدين في البحر أو في الاتساع ومبنيين بالطوب، ونرى أن شكل العقد واحد في الجهات الأربع للتقاطع، كما نرى كذلك في "٢٣٩" قبو مرتفعين على شكل مخموس مرتفع .. وهذا النوع من الصلبات قد استخدم كثيراً في الكنائس والأديرة – التي بنيت على الطراز القوطي ذي الأضلاع المدببة– حتى يمكن جعل العقد بأي ارتفاع لأية فتحة.

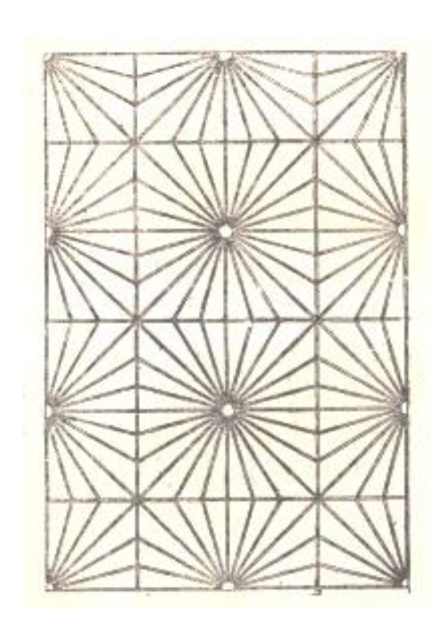
وهناك نوع آخر من المصلبات وهي التي ترتكز أركانها على عمود رفيع وينتشر



"شكل ٢٣٩" القبو المتقاطع المخموس



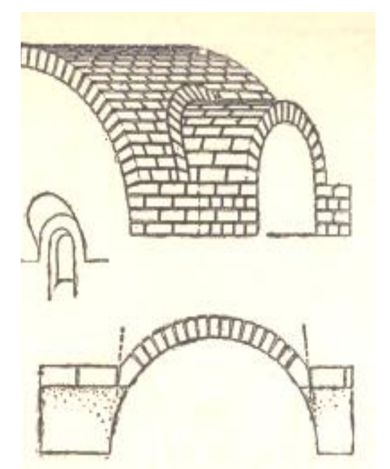
"شكل ٢٤٠" قطاع رأسي للصلبات المروحية



"شكل ٢٤١" مسقط إلى أعلى للصلبات المروحية

كلما ارتفع حتى ينتهي عند السقف كما نرى في القطاع والمسقط "شكل ٢٤٠"، "شكل ٢٤١" ،وهذا النوع يطلق عليه الصلبات المروحية لأنها على شكل المروحة.

ونلاحظ أن قوة العقد في خط التقاطع تتوقف على سلامة الرباط بين الطوب



" شكل ٢٤٣" رسم منظور خارجي وداخلي يشرح إمكان فتح النوافذ في مستوى مرتفع من جوانب الأقبية

"شكل ٢٤٣" القطاع الرأسي لشكل المنظور السابق

الذي يشكل له خصيصاً بحيث يناسب وضعه في مكان التقاطع. ونلاحظ أن الأثقال ترتكز هنا على الأركان الأربعة، وعلى هذا فإن استعمال القبو المتقاطع قد سهل فتح النوافذ في مستوى مرتفع من حائط الأمكنة المسقوفة بالأقبية نظراً لتركيز الضغط في نقطة معينة وعدم وقوعه على طول الحائط كما نرى في رسم المنظور الخارجي "شكل ٢٤٢" والقطاع الرأسي "شكل ٢٤٣".

القباب من الطوب

نشأة القباب وتطورها:

نشأت القبة لتغطية المباني المستديرة..ولنا في التاريخ المصري القديم بعض الأمثلة في تغطية المخازن أو الشون لتخزين الغلال، وكانت تبنى من الطوب النيئ "اللبن"، وتعمل عادة مستديرة ويعلوها فتحة يصعد إليها

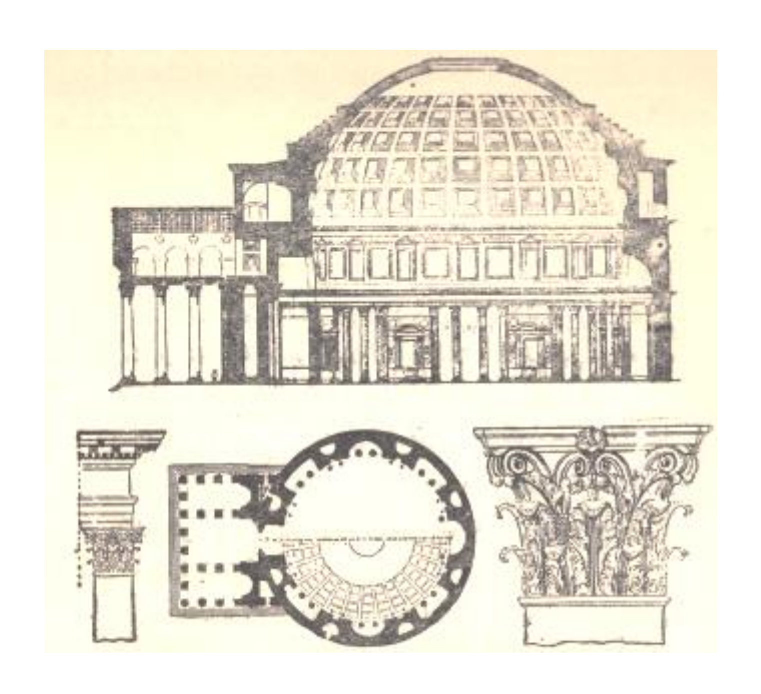
العمال بدرج ليلقوا بالغلال فيها، وهناك فتحة أخرى في أسفل الشونة يمكن سحب الغلال منها..

ونرى ظهور شكل القباب كذلك في الحضارة الآشورية ببعض الرسوم على حائط بنينوى "شكل ٢٤٤" ، وهو يشابه إلى حد كبير رسوم القباب التي ذكرناها في الحضارة المصرية.

وقد بنيت القباب كذلك في الحضارات الغربية وظهرت في بعض المباني الإغريقية كمعبد ثولوس tholos وغيره من المعابد المستديرة المسقط الأفقي..



"شكل ٢٤٤" شكل القباب في الحضارة الآشورية من رسم على حائط بنينوى



"شكل ٢٤٥" قطاع ومسقط لمعبد البانثيون مع بعض التفاصيل المعمارية

كما ظهرت كذلك في الحضارة الأتروسكية التي نقلت الكثير عن الحضارة المصرية بالاتصال المباشر أو غير المباشر.. كما نقلتها الحضارة الرومانية عن الأتروسكية، إلا أن البناء الروماني لم ينجح في بناء قبة فوق مبان مساقطها الأفقية غير مستديرة أي فوق جزء مربع، واكتفى بالشكل القديم الذي تمسك به من تأثير الفن الأتروسكي عليه، وكان تقليده له لدرجة أنه اتبع كل ما يتعلق بالمباني المستديرة الأتروسكية بدون أي محاولة ناجحة في تغيير طريقة البناء.

قبة البانثيون:

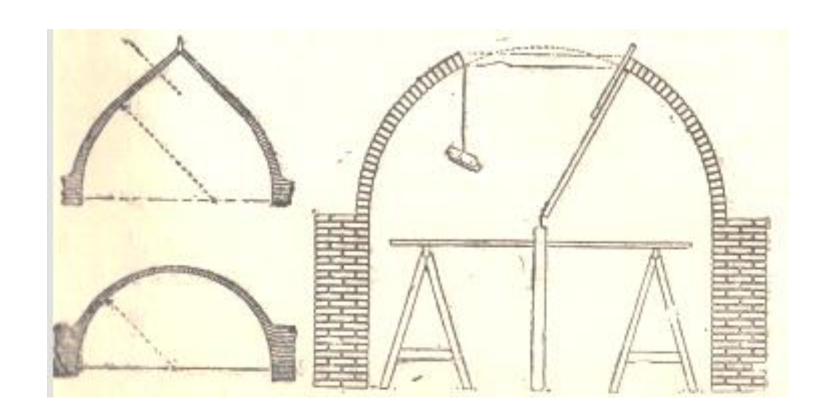
ويعتبر معبد البانثيون أهم بناء من هذا الأسلوب للمباني الرومانية المستديرة المسقط التي يعلوها سقف بشكل قبة عظيمة يبلغ قطرها ٤٤ متراً. وقد بنيت هذه القبة نصف الدائرية من الطوب وحليت بحشوات غاطسة من الداخل، كما تركت في أعلى البناء فتحة قطرها حوالي ثمانية أمتار وذلك للإضاءة والتهوية كما نرى في "شكل ٢٤٥".

القباب البيزنطية:

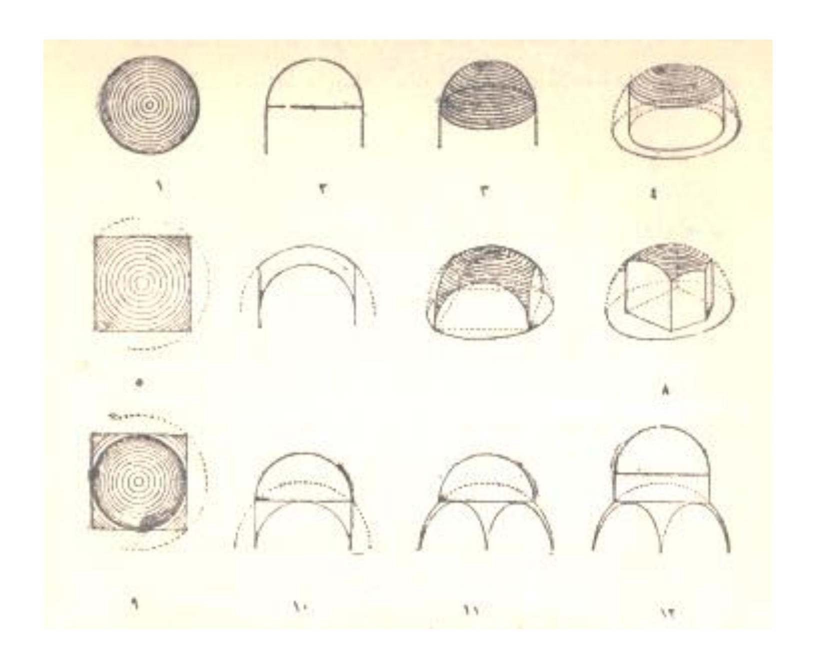
وفي العهد البيزنطي استعمل كذلك الطوب والخرسانة في المباني وفي القباب كما أن الفخار المفرغ استعمل كذلك في خرسانة بناء القباب للتخفيف.. وقد ظهر في هذا العهد إنشاء القباب على معلقات حتى يمكن تسقيف المباني التي يكون مسقطها الأفقي مربعاً أو متعدد الأضلاع وبذلك خرجت القبة عن تسقيف الشكل القديم المستدير إلى أشكال أخرى. وقد بدأت المحاولة الأولى للتحول من الشكل المربع إلى الدائري ببناء عتب أفقي بأركان البناء ثم بنيت المعلقات ببروز المداميك بركن البناء..

ونلاحظ أن البناء في العهد البيزنطي قد حاول أن يبني القبة النصف كروية بدون عبوات كالطريقة التي كان يتبعها قدماء المصريين، وذلك بأن تبنى القبة على شكل حلقات وتتجه قوالبها نحو مراكزها على المحور الراسي للقبة حتى السرة.. كما يكون بناء كل حلقة بعد أن تجف

مونة الحلقة السابقة حتى يمكن أن ترتكز عليها. وهناك طريقة لتحديد المركز مع عمل دليل مثبت طرفه بالمركز والطرف



"شكل ٢٤٦" طريقة بناء القبة النصف كرية بواسطة دليل مثبت طرفه في المركز والطرف الآخر يشير إلى تحديد اتجاه الطوبة في حلقات القبة



"شكل ٢٤٧" أشكال مختلفة للقباب

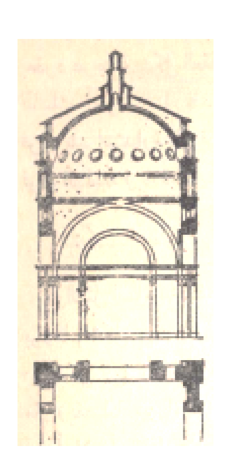
الآخر يشير إلى تحديد اتجاه الطوبة في حلقات القبة النصف كروية كما نرى في ١"شكل ٢٤٦". ونرى كذلك في نفس الشكل طريقة تثبيت الطوبة في المدماك الخلفي بواسطة حبل ينتهي بثقل.

ولما كان بناء القبة أقرب للانهيار كلما ارتفع إذا لم تتصلب مونته فقد حاول العرب في المباني الفارسية أن يتغلبوا على هذه الناحية، فعملوا قمة القباب المدببة إلى أعلى، كما نرى في ٢" شكل ٢٤٦" وهو يختلف عن شكل القبة النصف كرية العادية الذي نراه في ٣"شكل ٢٤٦". ويمكن تقسيم القباب البيزنطية إلى ثلاثة أنواع:-

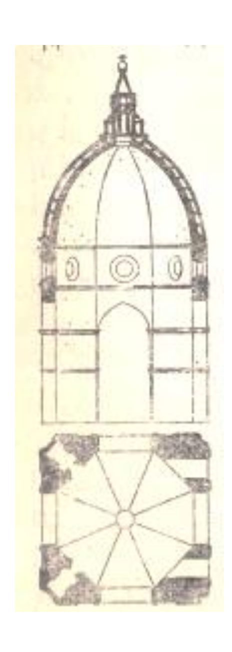
١- القبة البسيطة: وهي ما كان انحناؤها على استمرار قوس انحناء قوس المعلقات أي أن القبة أو المعلقات من شكل كري واحد كما نرى في الرسوم التوضيحية ١-٨ "شكل ٢٤٧".

٢- القبة المركبة: لا يكون قوس انحنائها على استمرار قوس انحناء المعلقات كما نرى في ٩-١١"شكل ٢٤٧".

٣- القبة المرتكزة على الطبلة: تبنى على شكل طبلة دائرية، وتعتمد بدورها على المعلقات كما نرى ي ١٢"شكل ٢٤٧".



"شكل ٢٤٨" مسقط لقبة كنيسة سانتا ماريا دلجرازيا



"شكل ٢٤٩" مسقط وقطاع لقبة الدوم بفلورنسا

أمثلة لبعض القباب:

ونلاحظ أن القبة في العهد البيزنطي وفي القباب العربية يمكن مشاهدها من الخارج ومن الداخل على السواء، وذلك لأنه لم يكن فوقها أي سقف آخر بالإضافة إلى سقف القبة نفسها. وكانت تغطى القبة في بعض الأحوال بسقف مائل، كما نرى في قبة كنيسة "سانتا مارياد لجرازيا" "شكل ٢٤٨". كما كانت تعمل أحياناً من قبة مزدوجة مثل كاتدرائية "الدوم " بفلورنسا من القرن الخامس وهي قبة ذات ثمانية جوانب وترتفع بشكل مدبب كالعقد المخموس حتى الشخشيخة التي تعلوها على هيئة برج رخامي. وقد بنيت هذه القبة المزدوجة من قبة داخلية بسمك مترين في كامل ارتفاعها، أما القبة الخارجية فسمكها ٨٥ سم من بدء الاستدارة وينقص بالتدريج إلى أن يصل إلى ٦٠ سم عند القمة. وقد استعملت الحجارة في بناء القبتين إلى ارتفاع ١٢ مترا ثم أكمل البناء بالطوب مع ربط بناء القبتين– الداخلية والخارجية– بضلوع رئيسية مصمتة من الحجارة عند رأس التضليع في أركان الرقبة المثمنة كما استعملت ضلوع مساعدة رابطة في جوانب الحوائط الثمانية للرقبة، وقد ربطت جميع هذه الضلوع مع بعضها بعقود عرضية بشكل العقد الموتور لربط القبتين ببعضهما. وزيادة في الاحتياط لتماسك أجزاء البناء فقد ثبتت سلسلة حديدية في البناء على ارتفاع ٤,٣٥ متر فوق بدء استدارة القبة، وكذلك عملت ميدة خشبية على ارتفاع ٤,٢٥ متر فوق السلسلة لزيادة التماسك حول محيط القبة كما نرى في "شكل ٢٤٩".

قبة كنيسة القديس بطرس:

والمثال السابق يختلف عن شكل قبة كنيسة القديس بطرس " سان بيترو" بروما "شكل ٢٥٠" وقد بنيت في النصف الثاني من القرن السادس عشر، وهي على شكل نصف كرة. وقد بنيت مع قبة مزدوجة، والداخلية منها بقطر ٤٢,٦٠ متر ويفصلها عن القبة الخارجية فراغ يبدأ اتساعه من أسفل ٧٥ سم وينتهي من أعلى حتى يصل عند بدء الشخشيخة إلى ٣,٤ متر. وقد بني في هذا الفراغ عدد ١٦ دعامة ساندة موزعة على استدارة القبة بسمك ٢,٧٠ متر في أسفلها على أن يقل هذا السمك كلما ارتفعنا إلى أعلى حتى يصل إلى ٩٠ سنتيمتراً.. إلا أننا نلاحظ عدم ربط هذه الدعامات الساندة مع بعضها البعض كالطريقة التي اتبعت في قبة كاتدرائية الدوم بفلورنسا السابق شرحها، ولكن قويت برباطات من سلاسل حديدية بين المداميك عند البناء، ونرى مسقطاً وقطاعاً لشرح تفاصيل هذه القبة.

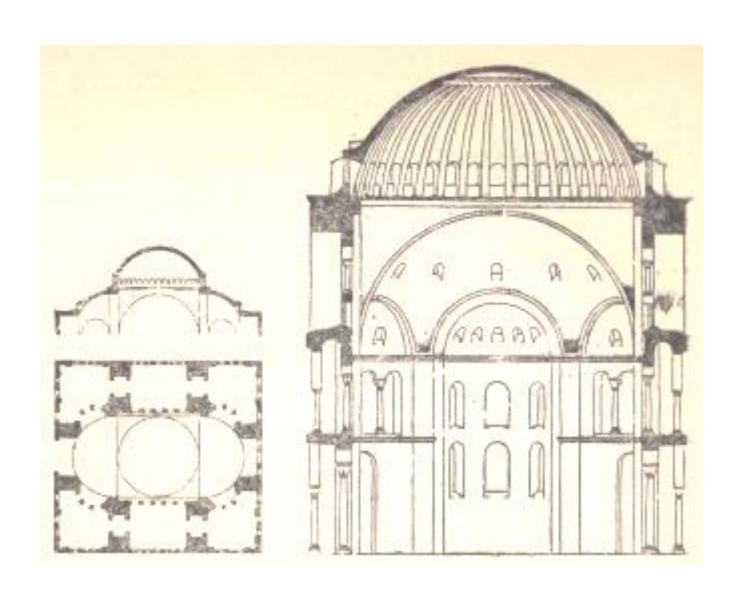
قبة جامع أيا صوفيا بالقسطنطينية:

ومن أشهر القباب المعروفة، قبة جامع أيا صوفيا بالقسطنطينية "شكل ٢٥١". وهذه القبة من النوع المركب ويبلغ قطرها حوالي ٣٢ متراً، كما تبرز المعلقات أفقياً بحوالي ثمانية أمتار. وهناك أربعون نافذة صغيرة حول قاعدة القبة تتخللها الركائز الساندة أو الدعامات لتقوية القبة. ولهذا البناء تاريخ قديم إذ أنه كان من أهم المباني البيزنطية، وقد بني ليكون كنيسة للقديسة "صوفيا" بالقسطنطينية إلا أنه حول إلى جامع في

العهد العثماني بعد تعديل في مبانيه وإضافة بعض الإضافات كالمآذن. وقد اهتم به مصطفى كمال ورممه قبل وفاته ببضع سنوات، إلا أنه حوله بعد ذلك إلى متحف أثري.



"شكل ٢٥٠" مسقط وقطاع بقبة كنيسة القديس بطرس بروما



"شكل ٢٥١" قبة جامع أيا صوفيا بالأستانة

وقد بنيت قبة هذا البناء من مداميك حلقية من الطوب الأحمر بقطر ٣٢ متراً –كما سبق أن ذكرنا– وارتفاع ١٤,٥ متراً. ومن الملاحظ في بناء هذه القبة أنه قد عمل حساب لرفس أرجل القبة فأقيم شكل نصف قبة على كل من الجانب الشرقي والغربي من البناء الحامل للقبة عند الحنايا كما نرى في المسقط والقطاع في الشكل السابق الذي يشرح تفاصيل هذه القبة. وقد بنيت نصف القبة على شكل نصف اسطوانة رأسية سندت بأنصاف قباب أو قبوات أصغر، وقد بني كذلك في الجهتين الشمالية والجنوبية من البناء الحامل للقبة قبوة أسطوانية مدعمة بدعامات ضخمة من البناء.

قبة جامع ابن طولون:

وتعتبر قبة جامع ابن طولون مثالاً للقباب الإسلامية التي أخذت طابع العمارة الإسلامية التي تتبع غالباً أسلوب القباب المدببة التي حاول العرب باستعمالها أن يتغلبوا على طول المدة المطلوبة لعمل القباب بالطريقة النصف كرية التي كان يتحتم فيها الانتظار لجفاف المونة كما سبق أن شرحنا.

وقبة الجامع الموجودة وسط الصحن أقيمت لثالث مرة. إذ احترقت قبة الفوارة الأولى التي أنشأها ابن طولون.وقد كانت مشبكة من جميع جوانبها، وفوقها قبة مذهبة قائمة على عشرة أعمدة رخامية يحيط بها ستة عشر عموداً في جوانبها، وكانت مفروشة كلها بالرخام، وتحت القبة قصة من رخام سعتها أربعة أذرع وفي وسطه فوارة. وفي السطح علامات الزوال ولها درابزين من خشب الساج. وقد احترقت هذه القبة سنة ٣٧٦ هـ "٩٨٦م".

وقد هدمت الثانية وهي التي أنشأها العزيز بالله، وقيل أمه تغريد سنة ٣٨٥هـ "٩٩٥ م". وحلت محلها القبة القائمة الآن التي أنشأها المنصور لاجين سنة ٦٩٦ هـ. "١٢٩٦ م". وهي قبة كبيرة مقاس كل من ضلعيها البحري والقبلي ١٢,٧٥ متراً، والشرقي والغربي ١٤,١٠ مترا وهي مبنية من الطوب ومحمولة على قاعدة حجرية بأربعة عقود وكانت شبابيكها محلاة من الخارج بزخارف وكتابات كوفية، وبرقبتها من الداخل كتبت آية

الوضوء. ويتوسطها فسقية، كما يوجد بها سلم في سمك جدارها يوصل إلى سطح قاعدتها المربعة.

قبتا مسجد الجاولي بشارع مراسينه :

وهذا الجامع للأمير سنجر الجاولي الشافعي الذي ولد سنة **٦٥٣** هـ. وكان من المشتغلين بالعلم في زمانه. وبالجامع قبتان إحداهما أكبر من الأخرى وبواجهة كل من القبتين ثلاثة شبابيك، أكبرها أوسطها، حليت أعتابها بنقوش، كما غطيت بمقرنصات مختلفة ما بين حلبية وبلدية.

والقبتان مبنيتان بالطوب،حليت أضلاع قاعدتهما بأفاريز من الجص المنقوش وبخاريات صغيرة منقوشة، ثم رقبة بها شبابيك من الجص والزجاج الملون، يعلها أفريز به كتابات جصية تتخللها زخارف مورقة يعلوها أفريز آخر صغير به كتابات كوفية. ووجود الكتابات الكوفية في هاتين القبتين من مميزات قباب نهاية القرن السابع الهجري"الثالث عشر الميلادي"، وأول الثامن الهجري "الرابع عشر الميلادي" وتراها في قبة الخانقاه البندقدارية سنة ٦٨٤ هـ ."**١٢٨٥**م" وفي قبة زين الدين يوسف سنة **٦٩٧**هـ. "**١٢٩٧**م".

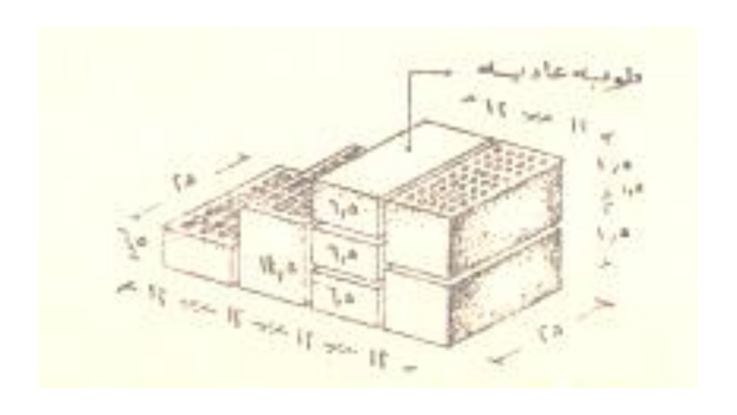
وتعتبر قبة "عبد الله المنوفي" وحيدة إذ استحدثت فيها الشخشيخة في ذروتها، وتعتبر أقدم قبة في العالم ذات شخشيخة ولو أنها صغيرة نسبياً إذا ما قورنت بقبة كاتدرائية فلورنسا التي أنشئت بعدها بحوالي مائتي عام.

القواطيع والحوائط الخفيفة

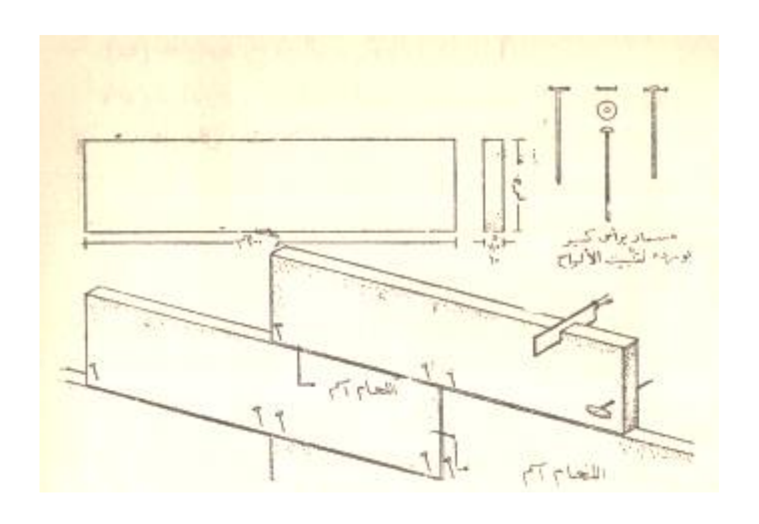
تعتبر القواطيع أو الحوائط الخفيفة غير الحاملة في بعض الأحوال من الطوب الأسفنجي أو الطوب المفرغ، كما تبنى من ألواح الأسمنت الأسفنجي أو الشبك المكسو بطبقة من البياض. أو من الطوب الزجاجي، أو من الألواح التي يمكن أن تغطى بها سطوح الحيطان والفواصل والأسقف.. ويختلف تركيبها حسب الاستعمال والتصميم، وسنشرح هنا بعض أنواع هذه القواطيع والحوائط الخفيفة.

١- يستعمل الطوب الأسفنجي والطوب المفرغ في القواطيع ببنائه كالطريقة العادية المتبعة في رباط مباني الطوب. وتصنع أنواع الطوب الأسفنجي والمفرغ عادة بمقاسات تتناسب مع مقاسات الطوب العادية حتى يمكن استعمالها في الظروف المختلفة "شكل ٢٥٢".

٢- تعمل ألواح الأسمنت الأسفنجي أو ألواح من مواد خفيفة مشابهة بمقاسات مختلفة، وأكثرها شيوعاً تكون بطول ٢٠٠ سنتي وعرض ٥٠ سنتي، أما السمك فيكون إما ٥ سنتي أو ٧,٥ سنتي متر. ويمكن قطع هذه



"شكل ٢٥٢" مقاسات بعض أنواع الطوب الأسفنجي والطوب المفرغ بالنسبة للطوب العادي



"شكل ٢٥٣" ألواح الإسمنت الأسفنجي والمسامير ذات الرأس الكبير"أو بوردة" التي تستعمل لتثبيتها

الألواح بالمنشار وتسميرها،كما يمكن لحام العراميس بالمونة وبياضها بأنواع البياض المختلفة "شكل ٢٥٣".

أما طريقة تركيب هذه الألواح فيعمل لها مجرى – في الحائط الأصلي الذي ستركب فيه– وتكون بعرض اللوح وعمل حوالي ٦,٥ سنتي ثم تثبت فيها الألواح، كطريقة المباني العادية، بواسطة المونة كما تثبت الألواح مع بعضها البعض بواسطة المونة كذلك مع المسامير التي تقوي الأركان وتثبت الألواح مع النجارة.

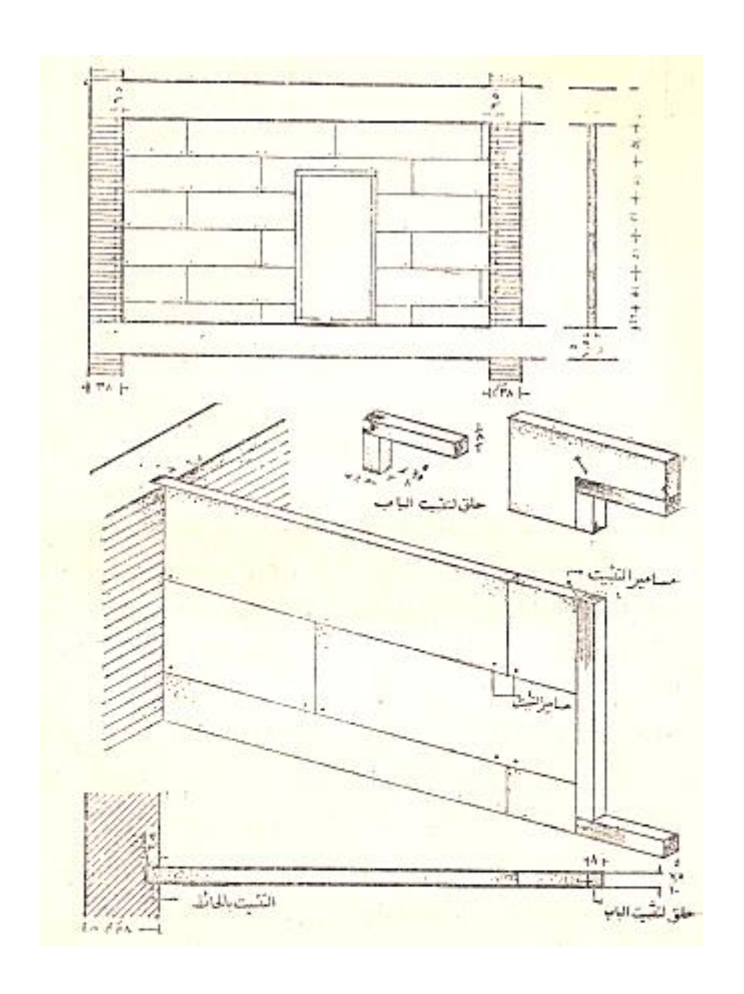
ويشرح "شكل ٢٥٤" طريقة التركيب سالفة الذكر في حائط به فتحة باب في الوسط.

٣– أما حوائط الشبك المكسو بطبقة من البياض فتنقسم من حيث نوع الشبك إلى عدة أنواع حسب النوع المشدود وهي:

أ– شبك معدني منسوج أو ملحوم أو ممدد.

ب– حصير مصنوع من البوص أو المواد النباتية المناسبة.

ت– شرائح من الخشب أو البغدادلي مبروطة إلى جوار بعضها على شكل الحصير.



"شكل ٢٥٤" طريقة تركيب ألواح الإسمنت الأسفنجي في حائط به فتحة باب في الوسط

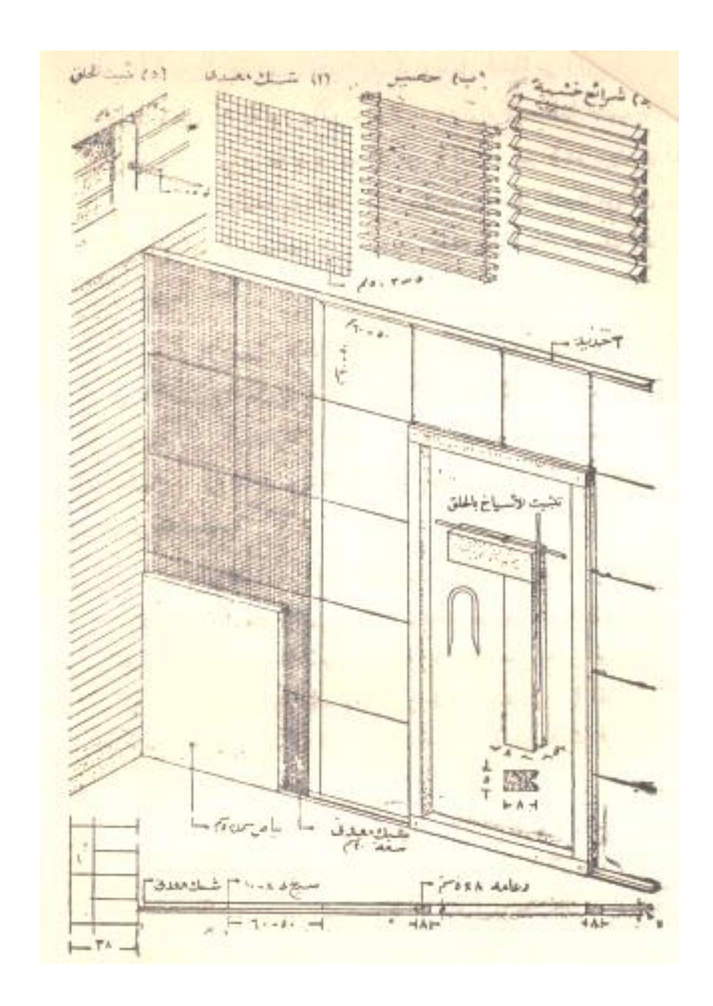
أما عن طريقة تثبيت الشبك فيكون بعمل تحليقة من زاوية حديد تثبت على الحائط بكلا الجانبين والأرض والسقف، ثم يركب عليها خشب حلق الباب ويشد عليها أسياخ حديدية بسمك من ٨ إلى ١٠ مم كما هو مبين في المنظور "شكل ٢٥٥" والتفصيلة بأعلاه... وتثبت بعد ذلك الشبكة من أي نوع من الأنواع السابقة وتكسى من الوجهين بطبقة من البياض بسمك إجمالي حوالي ٥ سنتي متر.

د- وتركيب حوائط أو قواطع الطوب الزجاجي سمك ٥ سم بواسطة مونة من الأسمنت والرمل بنسبة ٢:١ في الأعمال البسيطة التي لا يزيد ارتفاعها عن ٣ طوبات.. أما القواطيع الكبيرة فتسلح بواسطة أسياخ بقطر من ٦ إلى ٨ ملليمتر. ونرى في "شكل ٢٥٦" تفاصيل بناء قواطيع الطوب الزجاجي وطريقة تسليحها.

هـ- أما القواطيع والحوائط المصنوعة من الألواح فنرى أنه توجد أنواع مختلفة داخلة في هذه المجموعة وكل نوع له خصائصه المتباينة، كما أن كلا منها يتناسب مع أغراض واستعمالات معينة. وقد تستعمل بعض أنواع هذه الألواح كأساس للتغطية ببياض الجص "بدلاً من طريقة البغدادلي" كما أنه تستعمل كذلك كوسيلة من وسائل العزل.. وزيادة على ذلك فإنها تستعمل في الأغراض الزخرفية.

وكقاعدة عامة تكون غالبية أنواع الألواح اللينة السطح خفيفة في الوزن أما الألواح ذات الأسطح الصلبة المضغوطة قويا فتكون أكثر مقاومة – في غالب الأحيان– ضد النيران، كما أنها تتحمل الاحتكاك، ولكنها قد تكون قابلة للقصف وأقل قيمة من النوع الأول في أغراض العزل.. وعلى هذا فإن الجمع بين الألواح المختلفة في الأعمال –حسب الحاجة– يسهل الانتفاع بميزات كل نوع من الأنواع إلى أقصى الحدود.

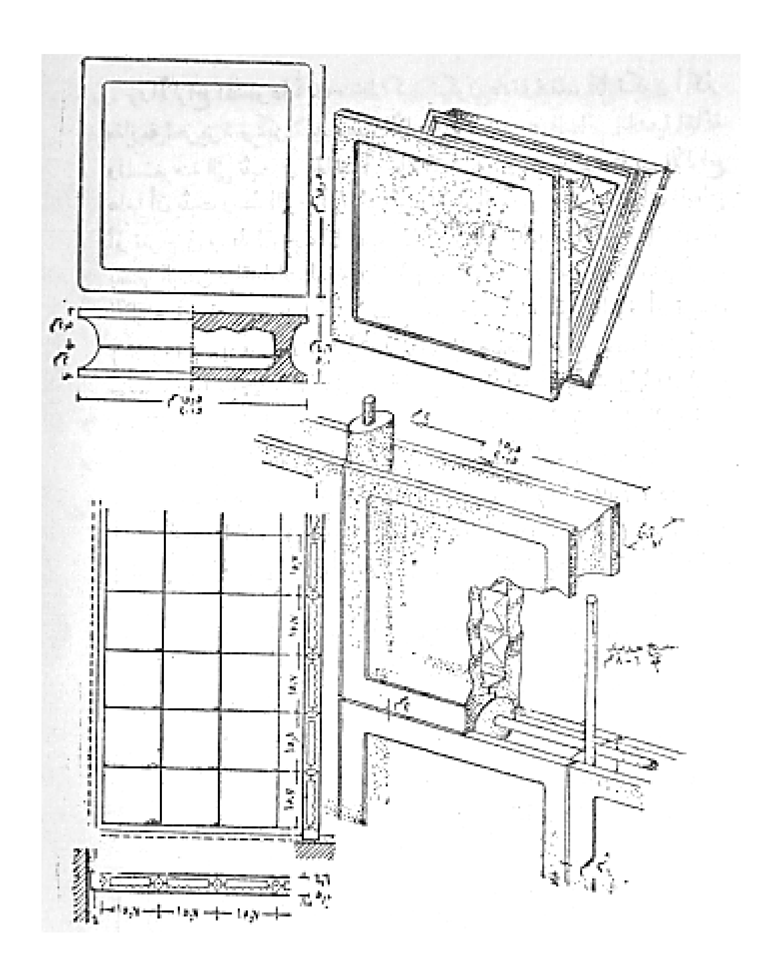
وألواح الألياف تكون عادة صلبة ومصنوعة من المواد السليلوزية مثل كسر الخشب والألياف النباتية وتشمل الجذور وكذلك ألياف القصب ولب الخشب



"شكل **٢٥٥**" تركيب من الشبك المكسو بطبقة من البياض بأنواعه

وساس الكتان، وهذه الألياف تعالج معالجة خاصة ثم تتعرض لضغط معين لتكون رقائق متجانسة أو ألواحاً مترابطة بالراتنج الصناعي.

وتختلف صلابة أسطح هذه الألواح طبقاً للضغط الذي يستعمل أثناء

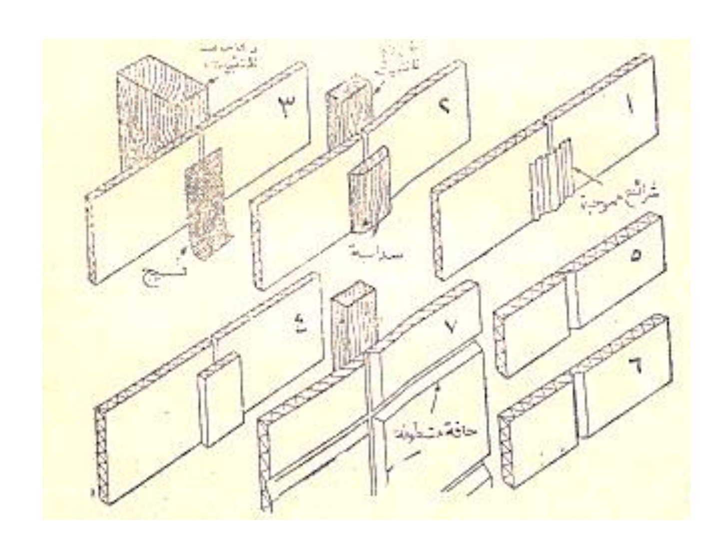


"شكل ٢٥٦" تركيب الحوائط والقواطيع من الطوب الزجاجي سمك ٥سم

الصناعة. والألواح الليفية اللينة تعرف بأنها ألواح عازلة ولها قيمة كبيرة في عزل الحرارة والبرودة كما أنها عازلة للصوت بدرجة كبيرة. وقد أثبتت الإختبارات بأن لوحا يبلغ سمكه ١ ٤/١ سم يكون له قيمة في

العزل الحراري بما يعادل قيمة عزل حائط من الطوب الصلب بسمك طوبة أي ٢٥ سم.

والألواح المصنوعة تحت ضغط كبير تكون عادة رقيقة، كما تكون أكثر مقاومة للحريق. ويمكن تثبيت هذه الألواح بالمسامير في الدعائم الخشبية القائمة والمستعرضة التي تثبت في الحائط في حالة التكسية، ويلاحظ عند تثبيت الألواح عليها أن يثبت وسط اللوح أولاً ثم يثبت الأطراف حتى يمكن تجنب أي انبعاج أو تعرج في وسط اللوح، كما يجب كذلك العناية بتثبيت الألواح إلى جوار بعضها البعض وباللحامات لتكوين سطح غير منكسر. ويجب كذلك عدم تثبيت الألواح قريبة من بعضها كما لا يصح أن توضع في مكانها بالقوة أو تكون "محشورة"، إذ أن انعدام الفواصل يدعو إلى ضغط الألواح بعضها على بعض جانبياً، ثم انبعاجها.. وعلى هذا فيجب عند تثبيتها أن يترك بينها من ٢/١ إلى ١ سنتي متر كفاصل يقي من الانبعاج. وتتوقف طريقة عمل الواصلات أو اللحامات على طريقة الشكل الزخرفي المطلوب للسطح العام. ويمكن أن يستعمل لتغطية هذه اللحامات شرائح من الصاج كما نرى في "شكل ٢٥٧" رسم "١" أو شرائح من الخشب"٢" أو شرائح من مادة الألواح نفسها "٤"... أو قد يستعمل طريقة لصق الورق أو القماش "٣" بحيث إذا غطيت بالطلاء أو الدهانات

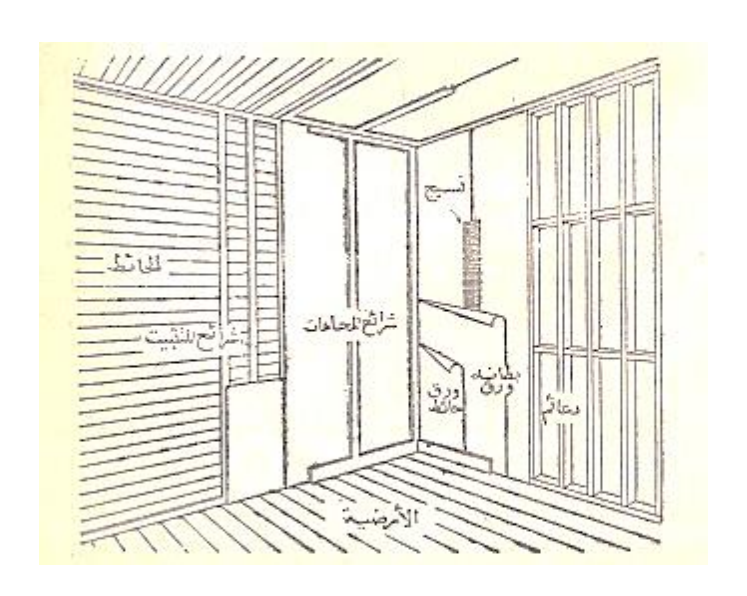


"شكل **٢٥٧**" طرق مختلفة لمعالجة لحامات وصلات الألواح في بناء القواطيع ونلاحظ ترك فواصل للتمدد، ويمكن أن تكسي بسدابات أو تترك على شكل ٧ بخامة مشطوفة لتأكيد الخطوط وتكميل الشكل الزخرفي

لا تظهر على السطح الخارجي، ويمكن كذلك عمل حافة مشطوفة "٥، ٦، ٧" وهي تكسب الحائط شكلاً زخرفياً إلى جانب كونا عاملاً من عوامل الوفر أكثر من الطرق الأخرى.

وقطاعات الشرائح التي تستعمل بين الأخشاب لتغطية هذه اللحامات يكون قطاعها عادة حوالي ١×٧سم على أن توضع بشكل تقسيمات تتفق مع وضع اللحامات ومع الشكل الزخرفي المطلوب، وتكون النتيجة النهائية هي تغطية الفواصل بشرائح "باكتات" بشكل منتظم على سطح الحائط أو القاطوع، وتكون متمشية مع لحامات السقف الذي يغطى عادة أولا كما نرى في "شكل ٢٥٨".

وبالإضافة إلى ذلك فهناك ألواح تصنع من الجبس وتكون عادة مغطاة بورق الكرافت. وهي أكثر وزناً من الألواح المضغوطة الأخرى وأقل قيمة من ناحية العزل. وهناك كذلك ألواح مصنوعة من اللدائن" البلاستيك" الأسفنجية الخفيفة التي تستعمل غالباً في الأسقف.



"شكل ٢٥٨" استعمال الألواح لتغطية الحوائط المكسوة بالطوب أو القواطيع والأسقف، وقد غطيت اللحامات بشرائح تعطي شكلاً متكاملاً للوحدة

٣

البناء بالأحجار

تكوين الأحجار:

تتكون المعادن ذات الأصل الناري في الصخور القديمة التي سبتها الطفوح البركانية القديمة التي خرجت من باطن الأرض مكونة على سطحه صخرا صلباً. وقد تبلورت بعض المعادن في زمن قديم يرجع إلى زمن خروج الطفوح البركانية. ولكنها أرسبت في طبقات سفلى بفعل عامل الجاذبية لثقل وزنها، أو كنتيجة لعوامل جيولوجية أخرى. والمعادن ذات الأصل الناري جميعها أثقل ومنا من المعادن الفلزية غالباً.وكذلك تكون بعض المعادن عن طريق ملامسة الصخور النارية المنصهرة الشديدة الحرارة، التي توجد في جملتها في باطن الأرض، والتي تخرج بين آونة وأخرى عن طريق الانكسارات أو البراكين أو غيرها.. للصخور المحيطة بها، وبواسطة هذه الطريقة التي يطلق عليها اسم التحول الحراريthermalmetamorphism أو التحول الاتصالي contact metamorphism تكون الكثير من المعادن التي لبعضها أهمية كبيرة. كذلك تبلور الكثير من المعادن بتأثير الحركات الأرضية التي قد تسبب ضغوطا على الصخور فترتفع درجة حرارته وتتحول الصخور من تكوينها الأصلي إلى تكوين جديد، حاوية

بعض المعادن التي لم تكن على درجة من التركيز تسمح لها بأن تكون رواسب معدنية اقتصادية.

أما الصخور الرسوبية فقد تحتوي على الكثير من المعادن التي تكونت بواسطة تحللها solution الكيماوي أو العضوي في مياه البحر أو البحيرات أو الينابيع. وقد تأثر تكوين الصخور المصرية، كما تأثرت غيرها من الصخور في مناطق أخرى من العالم بعاملين هما: توزيع اليابس والماء في العصور الجيولوجية لمعرفة الصخور النارية والرسوبية، ثم الحركات الأرضية التي أثرت في التضاريس وأثرت في نوع الصخور.

ونرى أن الصخور النارية والمتحولة القديمة، التي كونت الأساس الصخري للأرض المصرية، لم تستمر معرضة فوق سطح الأرض، بل تغطت في معظم أجزاء مصر بطبقات سميكة من الصخور الرسوبية التي أحدثها انخفاض اليابس وانغماره تحت مياه البحار القديمة في العصور الجيولوجية المختلفة. أما الحركات الأرضية فقد سببت تعديلاً لنوع الصخور وتوزيعها إذ تحولت بعض الصخور النارية والرسوبية كما برزت بعض الصخور القديمة بين الصخور الأحدث. ولكن على كل حال فالتوزيع العام للصخور المصرية، كما أن سببها توزيع اليابس والماء القديم، وكما أثرت فيها عوام التعرية القديمة لا يزال ظاهراً حتى الآن.. فالصخور القديمة توجد في جملتها في جنوب مصر بينما توجد الصخور الأحدث كلما اتجهنا شمالاً. ويظهر هذا التوزيع بوضوح في الصحراء الغربية وفي شبه جزيرة سيناء وفي أجزاء من الصحراء الشرقية.

فالصخور النارية المتحولة القديمة توجد في الجنوب وكلما اتجهنا شمالاً تغيرت الصخور القديمة إلى الصخور الرملية فالصخور الجيرية وهكذا.. وإذا كان هذا التنظيم من الجنوب ومن الشمال موجوداً في الصحراء الشرقية أيضاً، فإن لها نفس هذا التنظيم من الشرق إلى الغرب. فجبال البحر الأحمر القديمة توجد قريبة من ساحل البحر الأحمر، وكلما اتجهنا شرقاً أو غرباً كلما تغيرت الصخور نحو الأحدث.

نظرة تاريخية:

بعد أن تطورت المباني من المواد النباتية، اتجهت إلى صناعة الطوب النيئ "اللبن" ثم الطوب المحروق "الآجر". ولكن لوجود الأحجار بوادي النيل واتجاه العقائد الدينية إلى فكرة البعث بعد الموت، فقد فكر المصري في بناء مقابره وما يتصل بها من المباني الدينية – الخاصة بالحياة الدنيا والآخرة– من الأحجار القوية حتى تبقى خالدة مع الزمن.. إلا أن المصري حاول دائماً أن يحافظ على تراثه المعماري القديم– وهو المباني الطينية والنباتية–مما دعاه إلى أن يمثل ذلك الأسلوب القديم في مبانيه الحجرية، ومن هنا نشأت الأعمدة المصرية القديمة، ونشأت تفاصيلها من قاعدة "قدمه" وبدن تاج وحمال، ثم تكنة تنتهي بزخرفة الكورنيش المصري. وقد نقلت هذه الأجزاء من العمارة النباتية، ونقلتها عنا العمارة الإغريقية فالعمارة الأتروسكية فالعمارة الرومانية مع تحوير يناسب التطور واستعمال الزخارف عن أصول نباتية متوفرة لديهم كاستعمال أوراق الاكانتاس بدلاً من البردي أو النخيل أو زهرة اللوتس المصرية.

وقد نقلت العمارة الغربية كذلك عن مصر الطرق الإنشائية كتعتيب الفتحات بعتب مستقيم من الحجر، وقد استعملت هذه الأعتاب فوق الأعمدة لحمل بلاطات السقف.

ويذكر العالم الأثري لوكاس أن استخدام الحجر في أغراض البناء يمكن تحديد تاريخه بدقه إلى عهد الأسرة الأولى وذكر بيانا بها وهي: تبطين عدد من الحجرات الصغيرة في مقبرة من الأسرة الأولى بسقارة وتسقيفها بلوحات منحوتة نحتاً خشناً، ومتراس مقبرة حماكا بسقارة المصنوع من الحجر الجيري وهو يظهر ما بلغه البناء المصري القديم من درجة عالية جداً في الصناعة . وكذلك أرضية مقبرة الملك دون أو أوديموبابيدوس وهي مكونة من بلاطات من الجرانيت منحوتة نحتاً خشناً، وكذلك كمية كبيرة من اللوحات الضخمة من حجر جيري مشغول وجدت في مصطبة سنار الكبيرة من الأسرى الأولى بطرخان. ولوحات كبيرة من الحجر الجيري قطعت بعناية ونحتت نحتا خشناً وجدت في جبانة من عهد الأسرة الأولى بحلوان.

ومما لم يتيسر تحديد تاريخه ولكنه ينتمي بلا ريب إلى العصر العتيق "عصر الأسرتين الأولى والثانية" تلك الكتل الخام من الحجر الرملي التي لم ينحت سطحها أو نحت نحتاً غير متقن وقد استخدمت في بناء الجدران والأرضيات وفي أعمال التغشية وفي حجرة الدفن بهيرا كنبوليس بالقرب من أدفو في الوجه القبلي، وبطانة مقبرة وأرضيتها من أوائل عصر الأسرات بالقرب من فاو في الوجه القبلي وهما من الحجر الجيري.

أما في الأسرة الثانية فهناك من عهدها عتبان لباب منقوشان وجدتا ببعض مقابر في سقارة، وحجرة الحجر الجيري وجدت في مقبرة خمسخمري بابيدوس، وقائمة منقوشة من كتفي باب من الجرانيت الأحمر، وكسر من قائمة مماثلة لهذه اللوحة من معبد لنفس الملك بهيراكنبوليس.

وهناك من الأسرة الثانية أو الثالثة تلك اللوحات الجيرية الخشنة السطح التي استعملت في تسقيف عدة مقابر بسقارة وكمتاريس لأبوابها.

ومن الأمور الواضحة جداً ازدياد استعمال الأحجار في العمارة في عهد الأسرة الثالثة خصوصاً في مصر السفلى حيث يبلغ البناء بالأحجار ذروته في المباني التي اكتشفت في سقارة.. ومن أمثلة تلك الفترة تلك الحجرة التي بمقبرة نترخت "زوسر" في بيت خلاف بالقرب من أبيدوس، وقد قيل عن حجرها أنه منحوت بعناية. ويوجد كذلك الحجر الجيري الخاص بمقبرة الملك سانخت وثلاث مقابر أخرى في بيت خلاف أيضاً. أما أمثلة المباني الحجرية في الوجه البحري فمنها كتل الجرانيت الضخمة الموجودة في الهرم الناقص في زاوية العريان بين الجيزة وأبو صير، والحجر الجيري الخاص بهرم زوسر المدرج بسقارة والسور المحيط بنطاقه، وصف الأعمدة والمعابد المبنية من الحجر الجيري المجاورة له ثم القاعة الجرانيتية في الهرم المدرج ومثيلتها في المقبرة الكبرى المتاخمة له ويرجع تاريخها كلها إلى الحقبة الأولى من عهد الأسرة الثالثة.

ويجب أن نلاحظ هنا أن هذه المباني للهرم المدرج وملحقاته التي ذكرناها كانت من الأعمال الرائعة التي تدلنا على تطور فن البناء بالأحجار وإتقانه إلى درجة كبيرة، وكانت بداية لظهور عهد البناء في شكله الكامل فيما بعد..كما أن الأعمدة الناقصة "بشكل ٤/٣ عمود" في مباني الهرم المدرج كانت مزخرفة بما يشابه حزمة البردي.. وكان شكلها وتقليده في شكل قنوات مقعرة سبا في ظهور الأعمدة المصرية المعروفة باسم "أصل العمود الدوري" أو " البروتو دوريك" والتي اشتهرت بها مقابر بني حسن من الدولة المتوسطة. كما أن هذا الشكل الهرمي كان سببا في ظهور الهرم الكامل الذي نرى أجمل أمثلته في أهرام الجيزة الثلاثة.. أما مباني المعابد المصرية فيمكن أن نرى فيها تطور أشكال الأعمدة المصرية المختلفة والتي زخرف بعضها بأشكال النباتات مثل عمود البردي المفتوح والمقفول، وعمود اللوتس المفتوح والمقفول، وعمود الناقوس المقلوب الذي يمثل زهرة مقلوبة والعمود النخيلي والعمود المركب الذي ظهر في عهود متأخرة. أما الأعمدة الإنسانية فقد ظهر منها العمود الحتحوري بتاج على شكل الإله حتحور على هيئة سيدة بأذني بقرة. وكذلك ظهرت أعمدة على شكل الإله بسي إلهة المرح والسرور.

ونلاحظ في مباني صالات المعابد أن المصري اتبع طريقة رفع سقف الجزء الأوسط للإضاءة الطبيعية ولتجديد الهواء. كما يجب أن نذكر كذلك أن العمارة الأوروبية نقلت عن مصر هذا الأسلوب في البناء كما ظهر في معبد "البارائنون" بأثينا.. وقد عرفت هذه الطريقة في بناء الكاتدرائيات بعد ذلك في العهد القوطي باسم البازليكا.

وقد تطور أسلوب البناء بعد ذلك عندما استعمل العقد النصف دائري الذي عرف في المباني الأشورية ثم في الحضارة الأتروسكية التي تطورت عنها المباني الرومانية واستمرت في كافة العهود بعد ذلك، بل وما زالت مستعملة حتى الآن وخاصة في المباني التي يقصد أن يكون لها طابع خاص كالمباني الدينية.

وقد ابتكر العرب كذلك نوعا من العقود وهو العقد المخموس الذي استعمل في حوالي القرن الثامن ثم استعمل بعد ذلك في العمارة القوطية وكان استعمال هذا النوع من العقد المدبب في العمارة القوطية سببا في حل مشكلة ارتفاع العقود الصغيرة المتقاطعة مع الكبيرة. وأمكن بناء العقود بحيث يكون ابتداؤها جميعها في مستوى واحد، وكذلك تيجانها على مستوى واحد. كما أنه استغنى عن العقود الأهليجية الضعيفة ، واختفى شكل القبة من القبو.

وجاء عصر النهضة " الرناسي" الذي ظهر أولاً في إيطاليا منذ القرن الثالث عشر ثم تطور وانتعش في خلال القرنين الرابع عشر والخامس عشر.. وهذا العصر هو عصر تجديد أو ميلاد الأسلوب القديم إذ إنه عمل على الرجوع بأصول المباني إلى الأصول الإغريقية والرومانية القديمة. على أن المباني تطورت بعد ذلك في كل بلد من بلاد أوروبا بما يتمشى مع طبيعة الحياة والأسلوب الخاص بكل شعب من تلك الشعوب ثم بالأسلوب الخاص بالمصمم المعماري نفسه.

أما في مصر –في تلك العهود– فإن العمارة القبطية ظهرت فيها تكملة لحياة العمارة المصرية القديمة وأنشئ كثير من المباني الدينية كالأديرة والكنائس.. كما أن دخول الإسلام بعد ذلك في مصر أدى إلى ظهور العمارة الإسلامية التي ظهر تأثيرها في المساجد والمدارس والأضرحة والأسبلة وبعض مباني الأثرياء من القوم.. وقد تطورت العمارة الإسلامية في مصر طوال العصور المختلفة كالعصور الطولوني والفاطمي والأيوبي وعصر المماليك البحرية والمماليك الجراكسة ثم العسر العثماني، بحيث يمكن أن نميز بين نماذج كل عصر من عصور العمارة الإسلامية في مصر، كما أن العمارة المصرية الإسلامية اختلفت عن مباني الأقاليم الأخرى. وأشار إلى هذا الزميل الأستاذ حسن عبد الوهاب في بحوثه وقال إن العمارة الإسلامية قد اتسمت بالدقة والابتكار والتنوع، فنرى الآثار الإسلامية تغاير بعضها في الزخرف وفي التفاصيل ويمكن على هذا أن نقرر أن كل عصر له طابعه الذي يميزه عن غيره، وخاصة في مصر، فنرى الآثار الطولونية بتفاصيلها وزخارفها تغاير الآثار الفاطمية.. والآثار الفاطمية تغاير الآثار الأيوبية، بالرغم من اتصال تلك العصور بعضها ببعض. وهكذا نرى لكل دولة من الدول المتعاقبة على حكم مصر طابعها الخاص الذي يميزها عن غيرها من الطرز الأخرى.

ونرى في كل عصر تنوعها مدهشاً في شتى التفاصيل.. نراه في تطور الواجهات ودقة صناعة الأحجار، وتنميقها بزخارف حجرية ومنقوشة وحجرية مطعمة بالرخام، وفي العقود بتنوع أشكالها وطرق إنشائها فنرى العقود الستينية والفارسية والمخموسة والموتورة وغيرها.. أما القبة والمنارة

فإنهما قد بزتا جميع التفاصيل المعمارية في مباني الأحجار للتنوع والابتكار الظاهرين فيها فأصبحت تكون مجموعة فريدة لا نظير لها في أي قطر آخر من الأقطار من حيث الكثرة والتنوع في مادة البناء وفي أسلوبه.

هذه نظرة عامة من ناحية تطور المباني الحجرية خلال العصور التاريخية المختلفة.. وبعد ذلك يهمنا أن نورد كلمة عن الأحجار وأنواعها والطرق المختلفة لصناعتها في أعمال البناء.

أنواع الأحجار المستعملة في البناء:

هناك عدة أنواع من الأحجار استعملت للأغراض المختلفة في البناء وخاصة في مصر التي تعد موطن الحجر وصناعته، وفيها أقدم المباني الحجرية في العالم وأضخمها. ويرجع الفضل في ذلك إلى أن البلاد غنية بالأحجار الموجودة في التلال حول وادي النيل.. كما أن الأدوات النحاسية التي استعملت لقطعها وتهذيبها وإعدادها للبناء كانت متوفرة. وأهم الأحجار المستعملة عندنا هي :

١- الحجر الجيري: وهو عبارة عن كربونات الكالسيوم أو كربونات الجير ويحتوي على نسب متغيرة من مواد أخرى مثل السليكا والطفل وأكسيد الحديد وكربونات المغنسيوم، إلا أن هذه المواد تكون موجودة بنسب بسيطة جداً. ويتباين الحجر الجيري لدرجة عظيمة في النوع والصلابة.. وقوة تحمله للضغوط.

ويوجد الحجر الجيري في التلال التي تمتد حول وادي النيل من القاهرة إلى ما بعد إسنا بقليل. أي على امتداد مسافة قدرها حوالي ٨٠٠ كيلو متر، كما أنه يوجد كذلك في أماكن متفرقة فيما بين إسنا ونقطة تبعد قليلاً عن أسوان عند بلدة فارس بالقرب من السلسلة على الشاطئ الغربي للنيل، وعند رنجامة بالقرب من كوم أمبو على الشاطئ الشرقي، وهو موجود كذلك في هات أخرى كالمكس بالقرب من الإسكندرية وكذلك بقرب ضواحي السويس. وهناك بعض المناطق المشهورة منذ القدم بجودة أحجارها مثل محاجر طرة والمعصرة والجبلين، وتشاهد الكتابات القديمة على جدرانها حتى اليوم. وتنقسم الأحجار الجيرية إلى عدة أنواع:

(أ) الحجر الجيري العادي ويوجد كطبقات يفصل بعضها عن بعض بمستويات طبقية، وهي هشة وقد يكون لونها ضارباً للزرقة الخفيفة وتصلح لعمل الجير.

(ب) الحجر الجيري القوقعي ويحتوي على بقايا عضوية كثيرة جداً الأصداف القرشية nummulites وبذا يطابق حجر النجد الذي تقوم عليه الأهرام وهو أصلب كثيرا من النوع السابق ويستخرج من محاجر أثر النبي والضويقة ومحجر الميمون بحلوان.

(ت) الحجر الجيري المغنيسي أو الدولومي، ويشترك في تكوينه المغنسيوم ويستخرج من محاجر عيون موسى بجوار القاهرة ومن محاجر الأحايوه.

٢- الحجر الرملي ويتكون من رمل الكوارتز الناشئ عن تفكك الصخور الأقدم عهداً منه ملتصقاً بعضه ببعض بفعل نسب صغيرة جداً من الطفل وكربونات الكلسيوم وأكسيد الحديد أو السليكا. ولما كان الكوارتز لا يتأثر بالعوامل الجوية فإن متانة الحجر الرملي تتوقف على نوع المادة اللاصقة وعلى شكل ذراته واندماجها ومقدار قابليته لامتصاص الماء.

أما لون الحجر فيتوقف على وجود أكسيد الحديد في تكوين هذه الحجارة والحجارة الرملية المندمجة الحبيبات تقاوم التأثيرات الجوية لدرجة كبيرة، ثم إنها تقاوم التغير الفجائي في درجات الحرارة والبرودة وذلك ما يدعو إلى استعمال هذه الحجارة في أعمال إنشاء الخزانات والقناطر وما إليها.

وقد استعمل الحجر الرملي بمصر في العهد العتيق على نطاق ضيق كما استخدم أيضاً في عهد الأسرة الحادية عشرة في أساسات قاعة العمد لمعبد منتوحتب بالدير البحري، إلا أنه استعمل بكثرة في منتصف عهد الأسرة الثامنة عشرة. ونرى أن المعابد التي بقيت آثارها في الوجه القبلي قد بنيت جميعها تقريباً بهذا الحجر، أهم تلك المعابد هي معابد الأقصر والكرنك والرمسيوم ومدينة حابو ودير المدينة ودندرة وإسنا وإدفو وكوم أمبو وفيله ومعابد النوبة المبنية والمنحوتة في الصخر وأهمها معبدا أبي سنبل الكبير والصغير.

٣- حجر الجرانيت: وقد أسماه العرب بحجر الصوان وتطلق كلمة جرانيت على طائفة كبيرة من الأحجار المتبلورة البركانية الأصل غير المتجانسة في تركيبها ولكنها مركبة من عدد من المواد المعدنية المختلفة، ولاسيما الكوارتز والفلسبار والميكا البيوتيتية biotite mica، بل والهورنبلند كذلك في بعض الأحيان ولون حبيباته أخضر، والأوجايت كذلك يوجد في تركيب الجرانيت في بعض الأحيان. وإن وفرة مادة الكوارتز في الجرانيت هي إحدى خصائصه المميزة، ويمكن بسهولة وبالعين المجردة مشاهدة أهم المواد المعدنية الفردية المكونة للجرانيت. ولكون هذا الصخر حبيبيا فقد اشتق اسمه من هذه الصفة، وهي مشتقة من كلمة Granum باللاتينية بمعنى حبة. والجرانيت موزع في مصر على أماكن متباعدة، ويوجد بكثرة في أسوان وفي الصحراء الشرقية وسيناء كما يوجد بقدر بسيط في الصحراء الغربية. وبالإضافة إلى جرانيت أسوان ووادي الفواخير الوردي اللون فهناك كذلك الجرانيت الأسود والأبيض الذي كان يستخرجه الرومان من جبل الدخان بالصحراء الشرقية لتصديره للخارج. وقد استخدم الجرانيت في البناء من أوائل عصر الأسرات في مصر وكان يستعمل غالباً في تبطين وتسقيف بعض الغرف والممرات وإطار الأبواب كما استعمل في تكسية الجزء الأكبر من هرم منكاورع وهو ثالث أهرامات الجيزة. واستعمل الجرانيت كذلك في عمل المسلات الضخمة والكثير من التماثيل والأعمال التي تتطلب صلابة لحجر ولا زال الجرانيت يستعمل الآن في أعمال التكسية والسلالم لجمال مظهره.

٤- المرمر أو الألبستر المصري: ويقصد بالمرمر عادة الحجر المكون من كبريتات الكلسيوم وهي مادة الجبس.. إلا أن الحجر الذي استخدم بمصر القديمة وسماه البعض بالمرمر أو المرمر المصري، فهو وإن كان كبير الشبه بالمرمر إلا أنه يختلف عنه من جهة التركيب الكيمائي، إذ أنه يتكون من كربونات الكلسيوم المتبلورة.

وفي مصر يوجد المرمر في سيناء، كما يوجد في مواقع شتى بالصحراء على الشاطئ الشرقي للنيل، وفي وادي جراوي بالقرب من حلوان حيث يوجد محجر يرجع إلى عهد الدولة القديمة من التاريخ المصري. ويوجد المرمر المصري كذلك على طريق القاهرة – السويس وفي وادي موافيل وهو فرع من وادي سنور شرقي مغاغة، كما يوجد كذلك في المنطقة الممتدة من قرب المنيا إلى ما بعد أسيوط بقليل.

وهناك نوع من المرمر أو الألبستر المصري الأبيض والنصف شفاف، ويوجد بكميات قليلة في محجر يقع على مسافة حوالي ثلاثة أميال خلف " الواديين" وهو واد متفرع من وادي الملوك على الشاطئ الغربي للنيل تجاه الأقصر.

وقد استعمل المرمر المصري منذ عصور الأسرات الأولى حتى عهد الأسرة التاسعة عشرة على الأقل كمادة بناء مساعدة خاصة في تبطين الممرات والغرب ولاسيما في بناء الهياكل كما نرى في هيكل معبد سنوسرت الأول بالكرنك من الأسرة الثانية عشرة ، وفي هياكل معابد

أمنوفيس الأول وأمنوفيس الثاني وتحتمس الرابع وكلها من عهد الأسرة الثامنة عشرة وموجودة بمعبد الكرنك. وقد استعمل كذلك رمسيس الثاني المرمر المصري في هيكل معبده بأبيدوس من الأسرة التاسعة عشرة.

ولا يزال هذا الحجر ذو المنظر الجذاب يستعمل حتى الآن في بعض التكسيات وأعمال الزخرفة وصناعة التحف والأواني المستعملة للزينة.

٥- حجر البازلت المصري أو الدولريت دقيق الحبات: وهو من الصخور القوية، أسود اللون ثقيل مندمج تبدو فيه غالبا جسيمات دقيقة براقة.. ويتألف من المواد المعدنية المتباينة التي تكون حبيباتها دقيقة جداً في البازلت الحقيقي الجيد بحيث لا يمكن تمييز بعضها عن بعض إلا بالمجهر. أما أنواعه الأكثر خشونة – والتي يمكن التعرف على موادها المعدنية منفصلة بالعين المجردة- فهي من الدولريت، على أنه ليس هناك حد فاصل يفرق بين هذين النوعين تفريقاً تاماً. فما البازلت ذو الحبات الخشنة إلا دولريت دقيق الحبات، وذلك لأنه من نوع البازلت خشن الحبات نسبياً، وإن كان يسمى عادة بالبازلت.

ويوجد هذا النوع من الحجر موزعاً في مصر على نطاق واسع، وهو يوجد في محاجر " أبو زعبل" الواقعة في منتصف الطريق بين القاهرة وبلبيس، وفي الشمال الغربي من أهرام الجيزة بمنطقة أبي رواش.

ويوجد كذلك في الصحراء الواقعة بين القاهرة والسويس وفي الفيوم وفي الجنوب الشرقي من سمالوط بالوجه القبلي، وفي أسوان، وفي الواحات البحرية والصحراء الشرقية وسيناء.

وقد استعمل حجر البازلت في الأزمان القديمة في أعمال مختلفة منها تبليط المعبد الجنائزي لخوفو من الأسرة الرابعة، كما استعمل كذلك في رصف أجزاء من فناء وطريق مرتفع وحجرتين صغيرتين ومكان صغير للتقدمة في معبد جنائزي من عهد الأسرة الخامسة بسقارة، وكذلك في تبليط المعبدين الجنائزيين لهرمين من عهد الأسرة الخامسة بأبو صير، ولا يزال يستعمل حتى الآن في رصف الطرق.

٦- حجر الكوارتزيت: وهو نوع صلد مندمج من الحجر الرملي وقد تكون من حجر رملي عادي برسوب كوارتز متبلور بين حبات الرمل، أي أنه حجر رمي سليسي. ويتباين حجر الكوارتزيت لدرجة كبيرة في اللون والتركيب فقد يكون أبيض أو ضارباً إلى الصفرة أو على درجات مختلفة من الحمرة، كما أنه قد يكون دقيق الحبيبات أو خشنها.

ويوجد الكوارتزيت بالجبل الأحمل في الجهة الشمالية الشرقية من مدينة القاهرة، كما يوجد في المنطقة الواقعة بين القاهرة والسويس وعلى طريق بين الحمام- مغارة، وعند منخفض وادي النطرون في الصحراء الغربية، كما يوجد كذلك في إسنا وبالمنطقة الواقعة شرق النيل شمال أسوان.

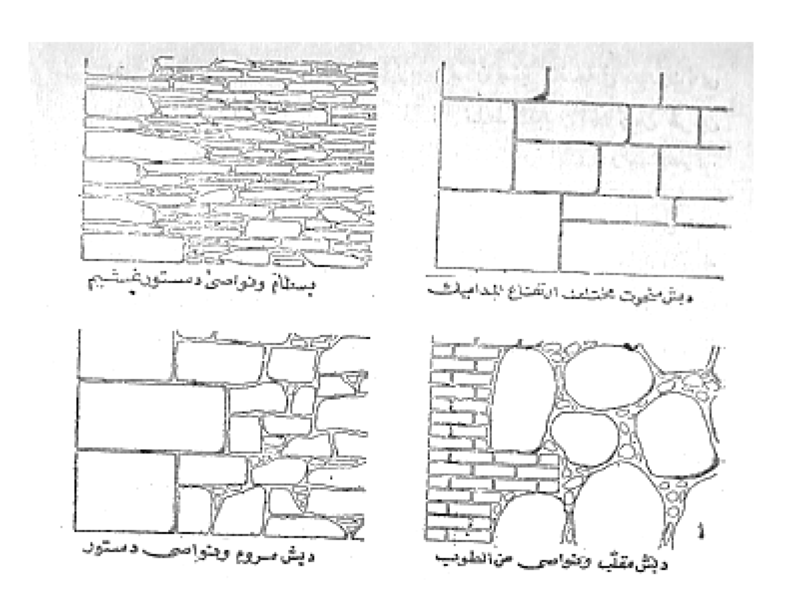
وقد استعمل حجر الكوارتزيت في بعض الأعمال المعمارية القديمة كأعتاب عدة مداخل في معبد هرم تيتي من الأسرة السادسة بسقارة كما بطنت به حجرات الدفن بهرم هوارة من عهد الأسرة الثانية عشرة، ولا يزال يستعمل حتى الآن وتستغل محاجره الموجودة في الجبل الأحمر.

أنواع المباني بالأحجار وشروطها:

وتنقسم مباني الأحجار من حيث الصناعة إلى نوعين:-

١- مباني الأحجار المنحوتة أو الحجاري كاملة التشطيبب، وهي من أحجار كبيرة منتظمة الشكل ومنحوتة نحتاً دقيقاً حسب الشكل المطلوب لهيئة البناء ووضع الطوبة في مكانها من البناء كما نرى في ١ "شكل ٢٥٩".

٢- مباني أحجار الدبش، وتكون قطع الأحجار فيها غير منتظمة الأشكال، وغالباً ما تترك بدون تهذيب.. أو تهذب تهذيباً بسيطاً حسب



"شكل ٢٥٩" بعض أشكال مباني الدبش

مقتضيات الأحوال. كما أنه يمكن أن يغطى سطحها الخارجي ببياض أو يترك على حالته كنوع من الزخرفة الطبيعية، كما نرى في مباني البسطام في ٢"شكل ٢٥٩".

والبناء بالطوب يمكن أن يكون من حجارة متجانسة أي من نوع واحد وقد تكون الأحجار ذات مقاسات موحدة.. أما البناء الغير متجانس فهو الذي يبنى من أحجار مختلفة الأشكال والمقاسات أو الأنواع.. وقد يكون خليطاً من مواد مختلفة كمباني الأحجار مع الطوب أو الحجر الصناعي، كما نرى في ٣ "شكل ٢٥٩".

ويلاحظ في مباني الأحجار أنها تتطلب مهارة في صناعتها أكثر من مباني الطوب العادية. إذ أن مباني الطوب ترص في المداميك بطريقة

موحدة بعد تحديد الأسلوب المتبع في التعشيق.. أما في مباني الطوب فيجب على البناء ملاحظة وضع كل طوبة على حدة لتحديد رباطها بالأحجار المجاورة ليوفر للبناء قوته المطلوبة، كما نرى بمباني الدبش المروم مع نواصي من الدستور في ٤" شكل ٢٥٩".

ويجب أن نذكر دائماً أنه في حالة صف الأحجار يجب أن توضع على "مرقدها الطبيعي"، أو بمعنى آخر أن توضع بنفس الوضع الذي كانت عليه في تكوينها الأصلي وتكون عمودية على اتجاهات الضغوط الواقعة عليها، إذ أنه إذا كانت طبقات الحجر موازية لواجهة البناء فإنها تتساقط واحدة بعد أخرى بفعل العوامل الجوية. وزيادة على ذلك فإن الحجر في هذه الحالة لا يكون له قوة كبيرة لتحمل الضغوط كما لو كان موضوعاً على مرقده الطبيعي.

وفي حالة الكرانيش ذات الحليات المنحوتة في الحجر يجب أن يكون المرقد للحجر موازيا للحامات الجانبية، إذ أنه لو كانت أفقية لسهل انفصال الطبقات في أجزاء الحجر التي تكون معلقة على الكرنيش.

أما في حالة بناء العقود فيجب أن نراعي دائماً أن المستويات الطبقية في الحجر المكون لصنج العقد توازي محور الصنجة. وعلى كل حال فإنه في بعض الأحوال يمكن أن نخالف هذه القواعد لطبيعة الحجر أو المحجر.

وكذلك يجب مراعاة أن تكون أجزاء البناء – المحمل عليها أثقال كبيرة– مبنية من أحجار أو مواد متينة، إذ أنها تكون أكثر عرضة للتشقق.

كما يجب أن تكون الأحجار مربوطة ببعضها البعض لتحكم في جميع اتجاهاتها. ويجب أن نحترس كذلك من عدم انتظام البناء في اتجاهات الضغوط. ونلاحظ أن شروط مقاومة الأجزاء المختلفة في البناء وارتباطها ببعضها تتغير بتغير المواد المستعملة في البناء نفسه. أي أنه إذا كانت المباني من أحجار صغيرة وأحجار دبش غير مشغولة، تكون صلابة البناء متعلقة بجودة المونة المستعملة في المباني.

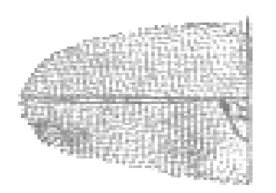
أما في المباني المركبة من مواد مختلفة المقاسات فإن صلابة هذه المباني لا تتوقف على جودة المونة المستعملة فحسب، بل يدخل فيها كذلك صلابة الأحجار وترتيب أجزائها المختلفة.

ويجب الاهتمام كذلك – وخاصة في المباني من الأحجار المنحوتة والمتجانسة – بأن تكون مقطوعة الحلول مع انتظام شكل الحجر وتسوية لحاماته بحيث تكون الأجزاء المركبة منها الحائط ملتحمة ببعضها وملتصقة التصاقاً جيداً حتى تكاد تكون كالقطعة الواحدة، مع العناية بالرباطات العرضية للحائط وتكون من قطع كبيرة من الأحجار لتؤكد تقوية البناء على مسافات منتظمة.

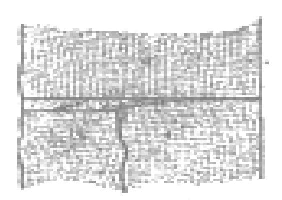
ويمكن أن تنحت أوجه الأحجار في مباني الحجارى "الكاملة التشطيب نحتاً دقيقاً بحيث تكون الأسطح مستوية ومنظمة وتكون الأوجه الظاهرة منها مصقولة أو مشكلة حسب التصميم، وقد تنحت حواف الأحجار الظاهرة بشكل مائل أو منحني بما يتفق مع الشكل المطلوب ..

إلا أنه كذلك يمكن أن تستعمل الحجارة المنحوتة مع ترك وجهها الخارجي غشيماً.

أما اللحامات في المباني من الحجر المنحوت فتكون مخدومة جيداً وهي غالباً أقل سمكاً من مثيلاتها في المباني العادية من الطوب.. إلا أنه يراعي أن لا تكون هذه اللحامات دقيقة جداً لدرجة أنه لا يكون هناك مكان للمونة الرابطة للبناء وخاصة عند الحوافي حتى لا يلقى كل ثقل الحجر يكون مثبتاً على طرفيه فيكسر في الوسط نتيجة للحمل الواقع عليه"شكل ٢٦١".



"شكل ٢٦١" حجر محمل على طرفيه فكسر من الوسط



"شكل ٢٦٠"كسر حافة الحجر نتيجة للثقل عليها

أدوات نحت الأحجار:

ويستعمل النحات في عملية نحت الأحجار لتوضيبها بعض الأدوات اليدوية كما نرى في "شكل ٢٦٢" ومن أهمها:

١- أزميل أو أجنة تنعيم.

٢- -----------

٣-----------

٤- أزميل مشرشر.

٥----------.

٦- سن الأزميل المشرشر.

٧- أجنة تخشين.

٨- مخراز أو مثقب.

٩- مسامير نحت بأسنان مختلفة.

١٠---------------

١١---------------

١٢- مساميرر نحت بأسنان مختلفة.

١٣-----------------

١٤-----------------

١٥- مدق خشب أو دقماقة.

١٦- مطرقة صغيرة.

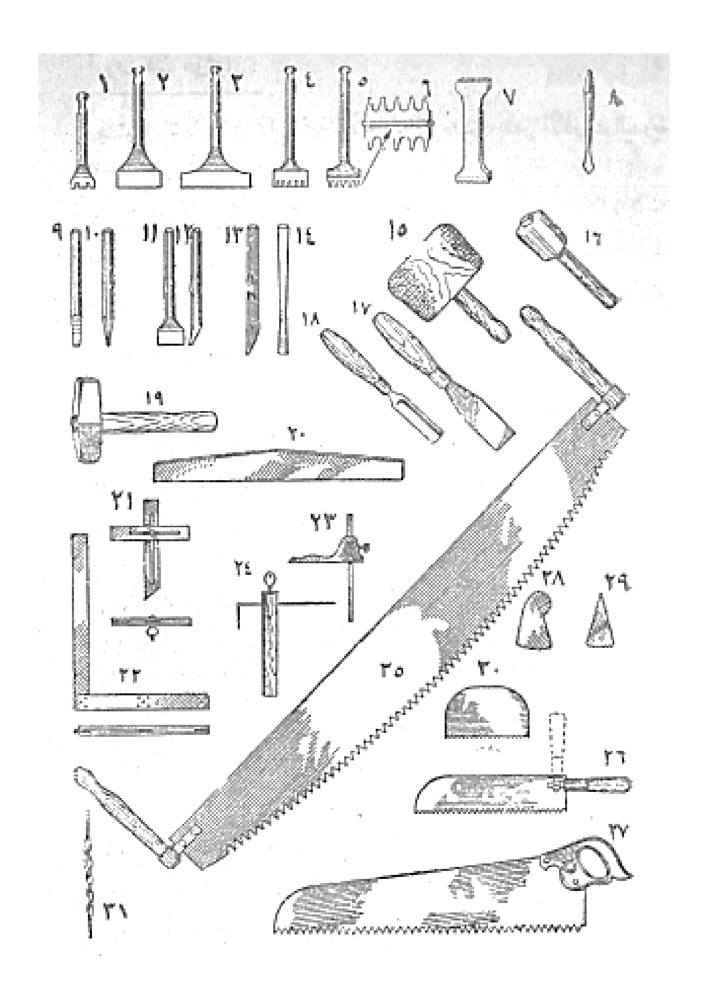
١٧- أزميل عادي.

١٨- أزميل بسن مقوس للتقعير.

١٩- مطرقة أو مرزبة.

٢٠- مسطرة حديد بسن مستقيم.

٢١- زاوية متحركة أو كوستللا.



"شكل ٢٦٢" بعض أدوات نحت الأحجار

٢٢–زاوية حديد.

٢٣– زاوية غاطسة بجنب متحرك لضبط عمق البروز على وجه الأحجار.

٢٤– أداة لتحديد البروز.

٢٥- منشار كبير بمقبضين.

٢٦- منشار بيد متحركة.

٢٧- منشار يدوي حجاري.

٢٨-سكينة بوشاردة مثلثة لتنعيم الحليات.

٢٩- سكينة بوشاردة منحنية لتنعيم الحليات.

٣٠- سكينة بوشاردة عدلة.

٣١- مخراز لترقيم العلامات عل الأحجار.

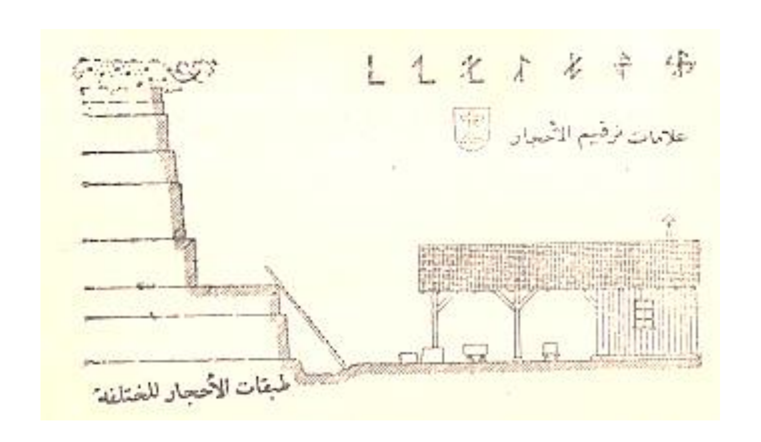
أما الشاحوطة فهي أهم آلات النحات وهي كتلة من الحديد الصلب ثقيلة الوزن ولها أسنان تشابه أسنان المشط من الجانبين،ومنها جهة بأسنان واسعة والجهة الأخرى بأسنان ضيقة ولها يد خشبية من الوسط بطول حوالي نصف متر.

وهناك كثير من الأدوات الأخرى التي يستعملها النحات في عمله إلا أن الأدوات السابق ذكرها هي أهمها وأكثرها استعمالاً.

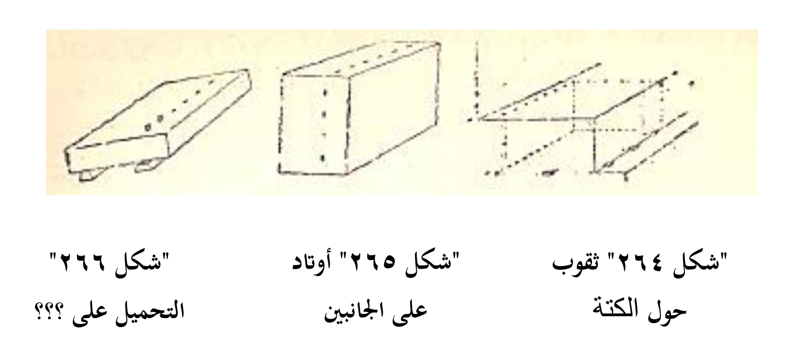
قطع الأحجار:

إن الطرق المستعملة في التحجير تختلف تبعاً لنوع الأحجار وعمقها تحت سطح الأرض. ومعظم الأحجار تؤخذ من محاجر مفتوحة إلا بعض الأنواع التي تتطلب الاستخراج من باطن الأرض. ويبين "شكل ٢٦٣"قطاعاً في محجر للأحجار الجيرية والطبقة العليا التي يجب أن تزال لتكشف عن الحجر السليم الذي يمكن استخدامه، تقطع كتل الأحجار من كل طبقة من الطبقات التي تحددها التكوينات الطبيعية للمحجر. ولا زالت الأحجار تقطع في المحاجر من الطبقات المختلفة المكونة للجبل بنفس الطريقة التي كانت تقطع بها منذ آلاف السنين. وتكون الأحجار عادة بمقاسات معينة مع ترقيمها بعلامات خاصة– سواء في الأحجار الصلبة أو الأحجار اللينة كما نرى في الرسم "شكل ٢٦٣" ونرى في أعلى الرسم بعض الأشكال التي تبين طريقة ترقيم الأحجار المختلفة بالدق عليها بمسامير النحت، وهي أشبه بطريقة الكتابة في الخط المسماري القديم.

وقطع الحجر يكون عادة بتجهيز ثقوب أسطوانية بعمق ١٢ سم تقريباً حول الكتلة المراد قطعها من أعلى. ثم يوضع خابور من الصلب الطري في كل ثقب من هذه الثقوب. وتعمل كذلك أسافين على سطح الجانب السفلي "شكل ٢٦٤" ويطرق على رأس الخوابير العليا والأسافين الجانبية بطرقات سريعة قوية



"شكل ٢٦٣" قطع طبقات الحجر في المحجر



"شكل ٢٦٤" ثقوب حول الكتة

"شكل ٢٦٥" أوتاد على الجانبين

"شكل ٢٦٦" التحميل على ؟؟؟

بالتوالي حتى ينفصلا لحجر" يسمع" عند النهاية المحددة بثقوب الخوابير والأسافين.

وكان المصري يستعمل خوابير خشبية ويبللها بالماء ليكبر حجمها وتضغط على الحجر ويتم بذلك فصله عن الجبل، كما نرى في المسلة غير الكاملة في محاجر أسوان.

أما طريقة قطع كتل الأحجار الرخوة الكبيرة وفصلها من الجبل – كالعملية السابقة– فيكون بدق أسافين أو أوتاد على جانبي الحجر في

خط يحدد اتجاه القطع كما نرى في "شكل ٢٦٥". وعند الدق على هذه الأسافين بالأجنة بطرقات سريعة متتابعة بالتوالي على كل من الجانبين ينفصل الجزء المراد قطعه.

وفي الأحجار التي على شكل بلاطات رقيقة يحمل الحجر المراد قطع جزء منه على قطعة من الخشب "نصف مرينة" كالمبين بالرسم "شكل ٢٦٦"، ويوضع بين المرينة والحجر سيخ حديد في اتجاه القطع تحت الخط المحدد لخوابير .. وبعد الدق على الخوابير كالطريقة السابقة يفصل الحجر.

أما الثقوب التي تجهز لقطع الأحجار الصلبة فتكون عادة بعمق ١٢ سم على أن يوضع في كل ثقب خابور من الصلب الطري وعلى جانبيه ورقتان من الحديد، ثم يطرق على هذه الخوابير حتى تنزلق تماماً، ويطرق على رأس كل منها بطرقات سريعة متتابعة – كالطريقة السابقة– حتى يفصل الحجر في مكان القطع المطلوب.

هذه هي الطريقة اليدوية.. إلا أنه يوجد كذلك طرق آلية للقطع وأهمها المنشار السلك الذي يستعمل الآن لقطع الأحجار الرخوة من محاجرها كما يستعمل كذلك في توضيبها. وقد وجدت آثار على بعض

الأحجار بمعبد الكرنك تثبت معرفة المصري لاستعمال هذا النوع من المنشار في الأزمان القديمة.[١]

وتستعمل كذلك طرق أخرى لتكسر الأحجار كطريقة اللغم وذلك بعمل حفرة مستديرة على عمل من ٢٠ سنتي إلى ١٠٠ سنتي، وذلك حسب صلابة الحجر المطلوب تفجيره. وتملأ الحفرة أو مجموعة الحفر بمادة متفجرة ويثبت بها فتيل يمكن إشعاله بواسطة كبريت هوائي أو شرارة

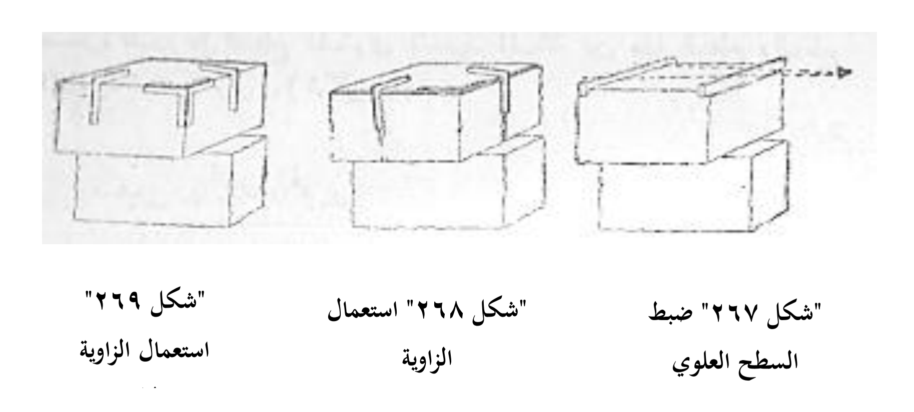
[١] شرحنا هذه الطريقة واستعمالها في مصر القديمة في المذكرة التي قدمت باسم المهندسين المعماريين دكتور مُحَمَّد حماد وعزمي نجيب لاقتراح إنقاذ معبدي أبي سنبل بطريقة القطع غلى أجزاء صغيرة يمكن نقلها إلى الهضبة الخلفية وهي الطريقة التي تنفذ حاليا.

وقد شرح كثير من العلماء طريقة قطع الأحجار عند قدماء المصريين– ومنهم سومرس كلارك وبتري وريزتر– وذكروا استخراج الأحجار اللينة(المرمر والحجر الجيري الأبيض والحجر الرملي)، وذكروا أن عملية القطع كانت تتم بأن تحدد الجوانب الأربعة للكتلة المراد استخراجها بأخاديد تقطع في الصخر الأصلي ثم يفصل الوجه الأسفل بفعل أسافين أو قضبان من الخشب مبللة بالماء. وكان يستخدم في هذه العملية من الأدوات: الأزميل من المعدن(استخدم النحاس حتى عصر الدولة المتوسطة حيثما ظهر البرونز، ثم استعمل كل من النحاس والبرونز حتى ظهور الحديد) والمدقات من الخشب والمطارق من الحجر، وكان الحجر يرفع طبقة فطبقة من السطح فنازل . كما أن المصري عرف طريقة قطع الأحجار الصلدة كالجرانيت، وقد استعملت في كثير من المسلات الضخمة. ويظن انجلباك أنها كانت تتألف في جوهرها من الدق بكرات من حجر الدولريت لتخليص الجوانب ثم تستعمل أسافين خشبية مبللة– تعد لها فتحات ضيقة مستطيلة تشق بأداة من المعدن– لفصل السطح الأسفل من الحجر كالطريقة العادية المعروفة عن قدماء المصريين، إلا أننا يمكن أن نذكر أن وجود علامات بجوانب المسلة غير الكاملة في أسوان يجوز أن يحدد لنا طريقة أخرى لفصل الجوانب بواسطة احتكاك اسطوانات من الدولوريت. وكذلك يمكن استنباط الطريقة التي كانت تستخدم قديما في تشكيل الحجر بعد استخراجه إذ تدل عليها العلامات التي خلفتها الأدوات المستعملة على الأشياء المشكلة.

كهربائية، وبذلك نحصل على التفجير المطلوب.. ويمكن بعد ذلك تجهيز الحجر حسب المقاسات والأشكال المطلوبة.

توضيب سطح الأحجار:

أما عملية توضيب أسطح الحجر فتبدأ بإزالة الزوائد الموجودة على سطوحه بالمطرقة، ثم تستعمل الشاحوطة لنحت وتسوية الوجه العلوي بمساعدة المساطر



"شكل ٢٦٧" ضبط السطح العلوي

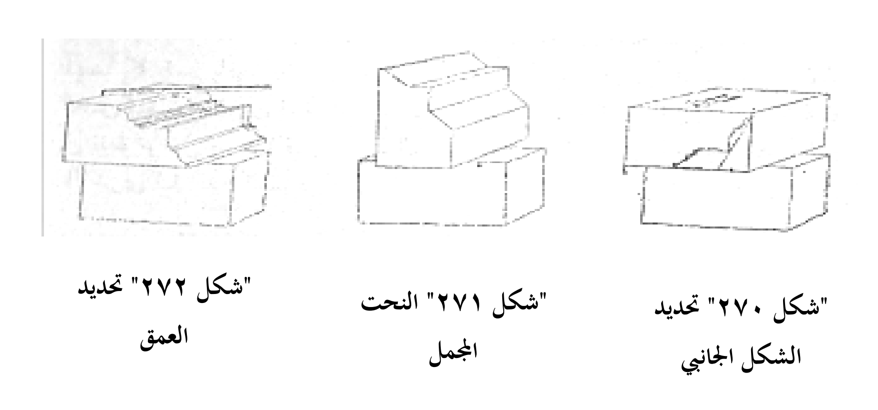
"شكل ٢٦٨" استعمال الزاوية

"شكل ٢٦٩" استعمال الزاوية

أو القدة التي توضع على حافة الحجر المنحوتة بحيث تكون ذات عمق يكفي لإنزال الزوائد التي في وجه الحجر، وتوضع القدة الأخرى على الحافة المقابلة بعد تسويتها بحيث يكون سطح كل حافة أو السطح السفلي للقدتين في مستوى واحد ثم يسوى سطح الحجر بعد إزالة الزوائد على السطح العلوي، على أن يضبط النحات دائماً بنظره سطحي القدتين العلويين للتأكيد من سلامة عمله، كما نرى في "شكل ٢٦٧".

وبعد ذلك تضبط حروف السطوح الأخرى بحيث يكون كل سطحين متجاورين متعامدين في الأحوال العادية، وذلك باستعمال الزاوية الحديدية "شكل ٢٦٨" أو الزاوية المثلثة لضبط الأركان في التشطيب النهائي "شكل ٢٦٩".

أما في نحت الكرانيش وما يماثلها فيجب أولا تسوية كتلة الحجر المراد تشكيلها ثم يحدد على جانبيها الشكل الجانبي للكرانيش "شكل ٢٧٠" ثم ينحت الحجر نحتا مجملا يحدد السطوح المستوية "شكل ٢٧١"، وبعد ذلك يمكن تحديد التفاصيل، كما يمكن الاستعانة على تحديد الأجزاء بواسطة زاوية أو



"شكل ٢٧٠" تحديد الشكل الجانبي

"شكل ٢٧١" النحت المجمل

"شكل ٢٧٢" تحديد العمق

مسطرة تثبت على السطح المستوي لتحديد المسافة بين هذا السطح والسطح المطلوب نحته كما نرى في "شكل ٢٧٢":

تشكيل بدن العمود الحجري:

ومن أدق أعمال نحت الأحجار وتشكيلها عمل الأجزاء الخاصة بالأعمدة. ويمكن ملاحظة أن بدن العمود يكون عادة مسلوبا ويقل قطره كلما اتجهنا إلى أعلى إلا أن سلبة بدن العمود تبدأ عادة مع التنفيخ بعد ترك ربع ارتفاع سلبة البدن إذ تبدأ من أسفل العمود إلى أعلى أو من ثلثه الأسفل وتكون السلبة في الاتجاهين.

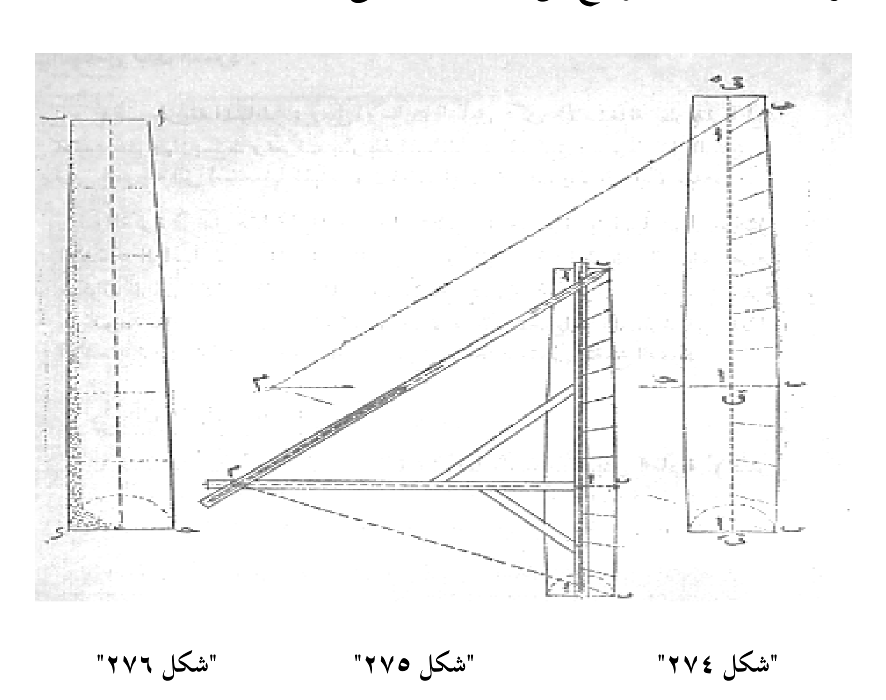
ولتحديد تشكيل بدن العمود الحجري يمكن أن نتبع عدة طرق أهمها طريقتين: الأولى هي الطريقة للرسم، والثانية طريقة يمكن رسمها بالفرجار أو بالمساطر لتحديد أنحاء سطح البدن وخاصة في حالة التنفيخ في الوسط.

١- الطريقة العادية: وهي الطريقة المتبعة للرسم لتشكيل السلبة المنتفخة، وتبدأ هذه الطريقة في الرسم بتحديد الجزء المراد أن يكون به تنفيخه وعلى محوره نحدد القاعدة العليا أ ب والقواعد السفلى جـ د ثم نرسم القاعدة السفلي نصف دائرة تعادل نصف القاعدة.

يقسم ارتفاع البدن إلى عدد من الأقسام المتساوية، وليكن ستة كما نرى في الرسم "شكل ٢٧٣"، ثم نرسم خطوطاً أفقية تفصل هذه الأقسام بعضها عن بعض، ثم نسقط النقطة المحددة بالقاعدة العليا من اليسار على منحنى نصف الدائرة الأيسر عند د ويقسم القوس من تلك النقطة حتى نقطة ب إلى ستة أقسام أيضاً كما يقسم باقي ارتفاع البدن إلى ستة أقسام. وتقوم أعمدة من النقط الخمس المقسمة للقوس فتتقاطع مع المستقيمات

الأفقية الفاصلة بين أقسام البدن في نقط توصل ببعضها فيتم تحديد البدن من اليسار ثم تكرر العملية من الجهة الأخرى ليتم بدن العمود كله.

٢- طريقة الفرجار: يمكن أن نرى تطبيقها في حالة عمود منتفخ من الوسط عند ثلث الارتفاع من القاعدة السفلى.



"شكل ٢٧٤" "شكل ٢٧٥" "شكل ٢٧٦"

تحدد أولاً محور البدن "شكل ٢٧٤" ثم نحدد قطر القاعدة الوسطى ق، ثم قطر القاعدة السفلى قَ ثم قطر القاعدة العليا قً ويقسم الثلث الأسفل من محور البدن "٣/١ الارتفاع" إلى أربعة أقسام والجزء الأعلى من محور البدن "٣/٢ الارتفاع" إلى ٨ أقسام متساوية. نحدد نقطة م على امتداد القطر المتوسط ب ج يفتح الفرجار بفتحة تساوي أ ب "٢/١ ق" ويركز في كل نقطة من نقط تقسيم محور البدن وتحدد نقطة تساوي أ ب

على الأشعة الواصلة من م إلى نقط تقسيم محور البدن ثم نوصلها جميعاً ببعضها من القاعدة السفلى حتى العليا للبدن فينتج المنحنى للجهة اليسرى، وتكرر هذه العملية في الجهة الأخرى ليظهر شكل منحنى التنفيخ الكامل لبدن العمود.

٣- طريقة المساطر: وعلى الأساس السابق يمكن الاستعانة بطريقة آلية تعتمد على جهاز بسيط وتعرف بطريقة المساطر، لتحقيق رسم الشكل السابق- وهي الطريقة التي استعملها المهندسون الإغريق وتعرف بطريقة نيكوميدس-.

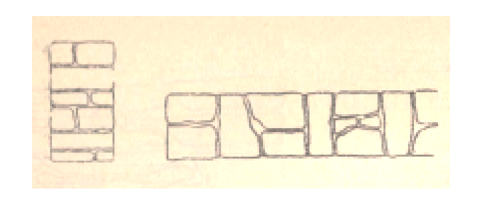
والفكرة في عمل هذا الجهاز هي عمل مؤشر على مسطرة بنهايتها مجراه وتمثل الإشعاع الواصل من م إلى نقط تقسيم محور البدن في الطريقة السابقة بحيث يكون طرف المؤشر الذي يمثل أ ب مثبت بمسمار في مجراه غنفارية بمسطرة موضوعة على محور العمود "شكل ٢٧٥" وعند تحريك المسطرة التي تمثل الإشعاع نرى أن المؤشر أ ب ثاب الطول ويحدد منحنى تنفيخ العمود.

أشكال أحجار البناء:

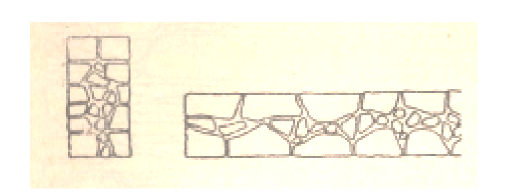
ذكرنا فيما سبق أن المباني الحجرية تبنى إما بأحجار الدبش العادية "دبش غشيم أو مهذّب بعض الشيء" وتسمى مباني دباشي، أو بحجارة النحت وتسمى حجاري أو مباني كاملة التشطيب.. ولكل من هذين النوعين فروعه:-

١-مباني الدبش:

ويراعى في بنائها أن لا تكون مستمرة اللحامات وتكون قوية ومتينة وخاصة في رباطات البناء، ولذلك فيجب عمل رباطات عرضية كما نرى في "شكل ٢٧٤" .. إذ أن طريقة عمل الحائط من جانبين، ويملأ وسطها مبان بالحجر الصغير غير مستحبة لأنها مبان غير مربوطة "شكل ٢٧٥".- ويراعى كذلك أن تبنى نواصي الحائط والأربطة والاسفال ومحيطات الفتحات إما من حجر النحت، و من الأحجار الكبيرة المهذبة بعض الشيء لتناسب وضع البناء، أو من قوالب الطوب، وذلك للحصول على المتانة اللازمة للبناء، كما أنه يفيد ذلك في إعطاء البناء شكلا معماريا، خاصة إذا أريد تركه بدون بياض. وقد يتفنن المهندس في



"شكل ٢٧٤" مبان بالدبش مربوطة برباطات عرضية

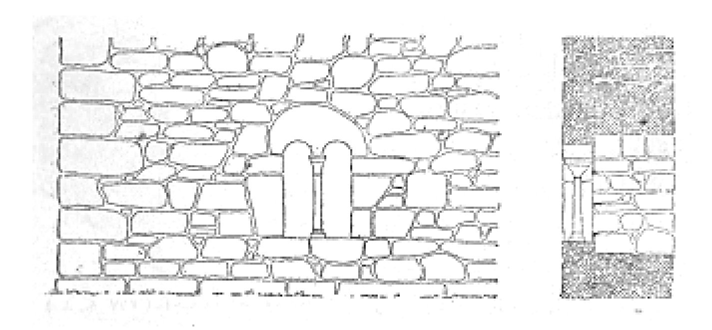


"شكل ٢٧٥" مبان بالدبش غير مربوطة

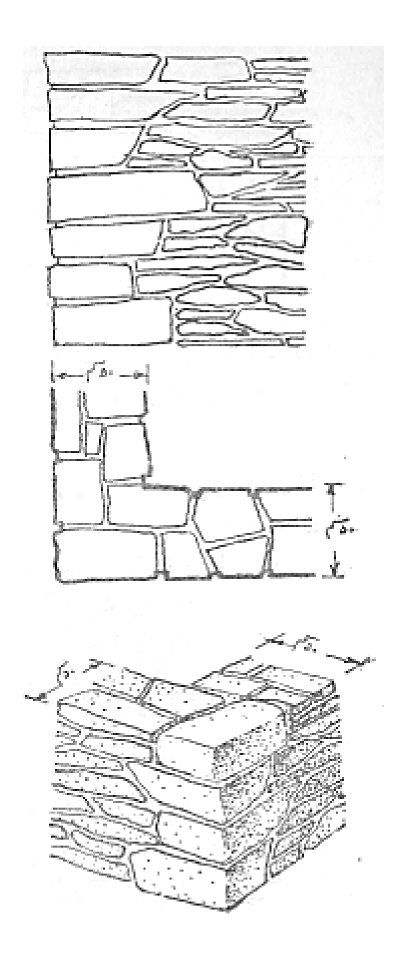
اختيار شكل الطوبة المناسبة وتشكيلها لعمل أعتاب الفتحات أو اللمسات الزخرفية التي تكسب البناء شكلاً طبيعياً مناسبا كما نرى في "شكل ٢٧٦".

ولمباني الدبش أشكال مختلفة منها:-

أ- مباني شطف: وتكون الأحجار في هذه الحالة على شكل رقائق وغالباً ما تكون من كسر أو بواقي الأحجار أو فضلات البلاطات الحجرية. وتقوى المباني المصنوعة من طوب شطف ببعض الأحجار الكبيرة للربط وخاصة الأركان كما نرى في "شكل ٢٧٧".



"شكل ٢٧٦" واجهة وقطاع لمبان بالدبش الجلدي المقلب وقد تفنن المهندس في اختيار الأحجار الخاصة بتكوين الشباك المزدوج، مع عمل الناصية والسفل من الأحجار الكبيرة المهذبة بعض الشيء لتناسب وضعها



"شكل ٢٧٧" واجهة ومسقط ومنظور لركن من بناء بالحجر الشطف ولا يقل سمكها عادة عن ٥٥ سنتي متر

ب- مباني دبش بلدي مقلب: في هذا النوع من البناء يكتفي بتركيب الحجر غشيماً وتصلح اللحامات فقط وينقسم هذا النوع إلى قسمين:

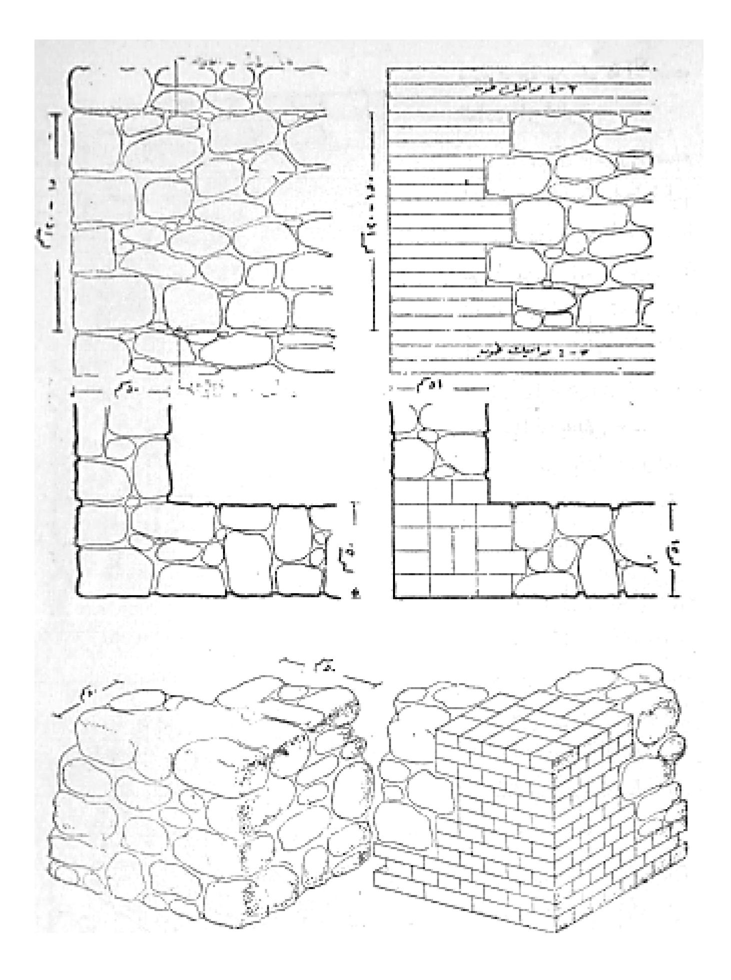
أولاً: دبش بلدي مقلب بدون مداميك "شكل ٢٧٩".

ثانياً: دبش بلدي مقلب بمداميك "شكل ٢٨٠".

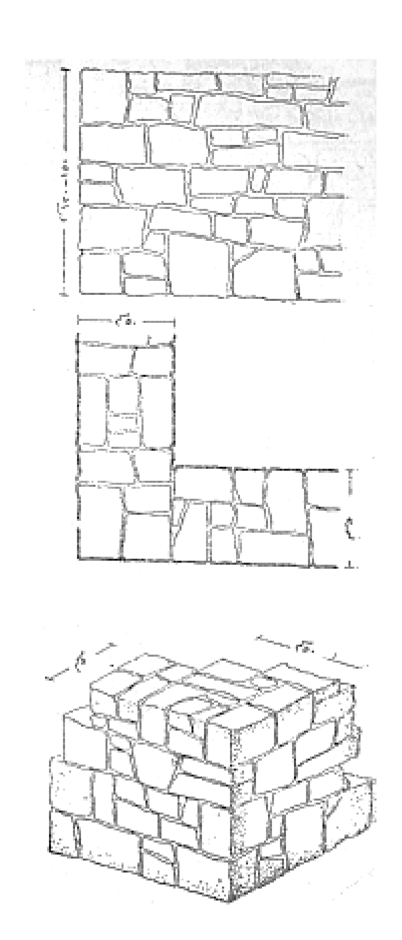
ونلاحظ أنه في مباني الدبش البلدي المقلب يمكن أن تبنى النواصي والأربطة العرضية والأسفال من الطوب، كما نرى في "شكل ٢٧٨" أو قد تعمل من الحجر المنحوت كما سبق أن ذكرنا. وذلك لزيادة التقوية.

جـ- مباني دبش فلمنكي أو مضلع: وذلك لأنه يكون فيه وجه الدبش منحوتاً على هيئة مضلع أيا كان وتكون الأوجه الباقية غير منتظمة على أن تكون أضلاع المضلع أو لحاماته متعامدة على الواجهة. ويجب في هذه المباني أن تشكل كل دبشة بحيث تناسب لحامات الأحجار المجاورة لها.

ويمكن أن تكون الأحجار متباينة الألوان وتكون لحاماتها غاطسة أو ناتئة



"شكل ٢٨٧–٢٧٩" مباني دبش بلدي مقلب بدون مداميك مع عمل نواص من الحجر أو من الطوب كما عملت الأسفال والأربطة العرضية من الطوب كذلك



"شكل ٢٨٠" واجهة ومسقط ومنظور لمباني دبش بلدي مقلب على مداميك، ويلاحظ فيها تناسب الأحجار حجماً ولوناً مع عمل النواصي من أحجار كبيرة لربط البناء

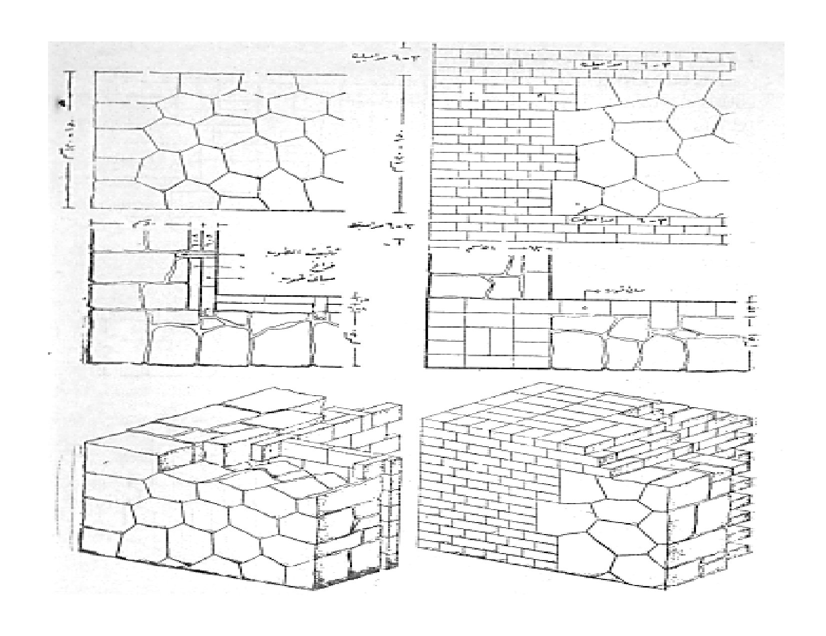
ومصنوعة من مونة الأسمنت العادي أو الملون.

د- مباني الدبش المضلع المنتظم: وتكون الحجارة فيها منحوتة من أوجهها ومصلحة جيداً من لحاماتها ويكون الشكل المضلع على هيئة المسدس أو المثمن المنتظم الأضلاع. ونرى في "شكل ٢٨١" تفاصيل بناء

حائط بدبش مسدس مع عمل نواصي بالطوب وكذلك مداميك رباطات وهي عادة من ٣ إلى ٦ مداميك.

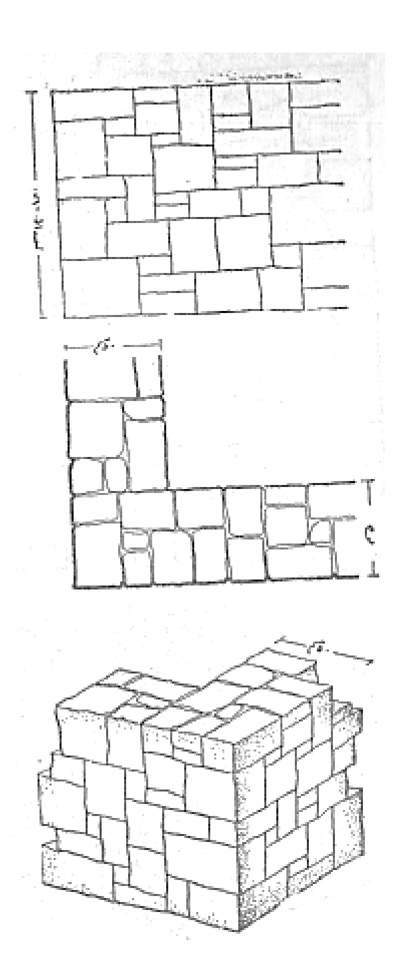
ونرى في "شكل ٢٨٢" تفاصيل لبناء حائط مزدوج الخارجي منه بدبش أما الكساء الداخلي فمن الطوب مع ترك فراغ من ٦ إلى ٨ سم بين الحائطين وربطهما بطوب مستعرض للتثبيت.

هـ- مباني أحجار الثلاثات: وفيها توضب الأحجار على هيئة واحدة مقاسها حوالي ٢٥×٢٥×٥٠، وتعمل المداميك كلها على ارتفاع



"شكل ٢٨١" واجهة ومسقط ومنظور لبناء بالدبش المسدس مع عمل نواصي ومداميك ورباطات للمباني من الطوب

"شكل ٢٨٢" واجهة ومسقط ومنظور لحائط مزدوج الخارجي منه مبني بدبش مسدس والداخلي مبني بالطوب وبينهما فراغ

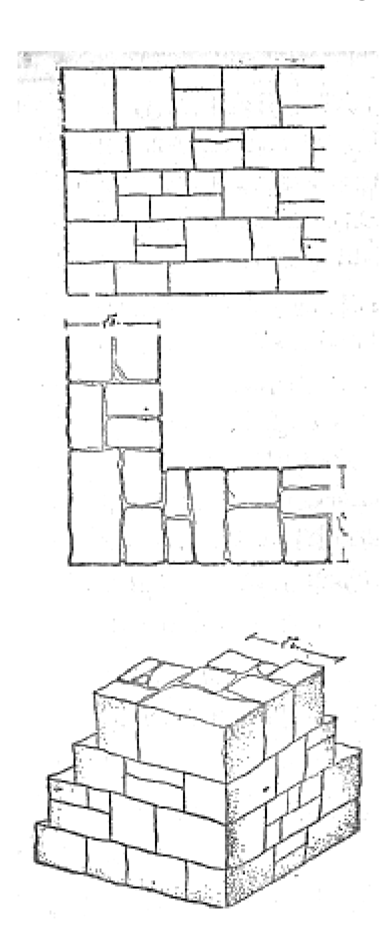


"شكل ٢٨٣" واجهة ومسقط ورسم منظور لمباني الطوب المروم بدون مداميك

واحد. وتستعمل الشاحوطة لتوضيب المراقد واللحامات على أن يراعى في هذه المباني الرباطات حتى تكون المباني مقطوعة الحل كالرباطات في مباني الطوب. كما أنه كذلك يعمل في بعض الأحوال رباطات طولية من ثلاثة مداميك أو أربعة من الطوب الأحمر بين كل أربعة مداميك من أحجار الثلاثات بارتفاع حوالي ١٢٠ سنتي متر لزيادة تماسك البناء.

و- مباني الدبش المروم بدون مداميك: وهي عادة من الأحجار بشكل متوازي مستطيلات وتبنى حيثما اتفق مع مراعاة أن لا تكون اللحامات مستمرة وقد تعمل مجاور للأربطة لتقوية البناء "شكل ٢٨٣".

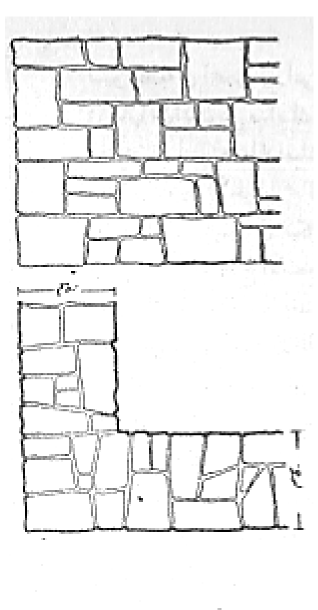
ز- مباني الدبش بمداميك كاملة منتظمة: ويكون شكل الحجر فيها كالنوع السابق أي على هيئة أحجار بشكل متوازي مستطيلات وذلك

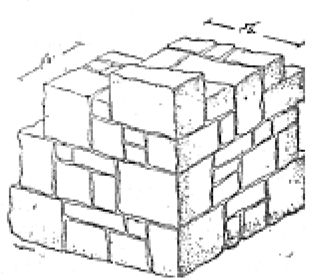


"شكل ٢٨٤" واجهة ومسقط ورسم منظور لمباني الطوب المروم ذات المداميك

لسهولة قطعه في المحجر ويراعي في بنائها أن تكون على مداميك، وقد يختلف أسماك هذه المداميك وقج تترك أوجه الأحجار بحالة خشنة ليظهر البناء في شكل طبيعي، أو قد تعالج الأسطح بعض الشيء لتكتسب بعضاً من التهذيب المنتظم. ونلاحظ كذلك وجود أحجار كبيرة بالعرض الكامل للبناء مستعملة للأربطة وذلك لتقوية البناء. وغالباً ما يترك بناء الطوب المروم بدون بياض لجمال منظره "شكل ٢٨٤".

ز- مباني الدبش المروم بمداميك غير كاملة، وهذا النوع يشابه النوع السابق ذي المداميك الكاملة إلا أن المداميك فيه غير منتظمة بحيث لا تكون في طول البناء بل تكون مقطوعة في بعض أجزائها لتسهيل عملية البناء "شكل ٢٨٥".





"شكل ٢٨٥" واجهة ومسقط أفقي ورسم منظور لركن مبان حجرية من الدبش المروم بمداميك غير كاملة

٢- البناء بالأحجار المنحوتة:

وفي هذه الحالة تكون الأحجار المستعملة في البناء منحوتة نحتاً جيداً يجعل أسطحها مستوية وأوجهها الظاهرة مشغولة وكاملة التشطيب، ولذلك فإن لحاماتها تكون عادة أدق من لحامات الدبش وبسمك يتراوح بين ٣ إلى ٥ ملليمتر. ومثل هذه الأحجار المشغولة بدقة من حيث أحجامها التي

تتناسب مع المكان الذي ستبنى فيه وتتفق مع شكل المداميك. كما أن الواجهة الخلفية للحجر تقطع عادة بالمنشار إلا إذا كانت هذه المباني – من الأحجار المنحوتة – سبتبطن من الخلف بالدبش.

ويمكن تقسيم المباني المصنوعة من الأحجار المنحوتة إلى عدة أقسام هي:–

أ– مباني مبنية بالكامل من حجر منحوت.

ب– مبان مكسوة بحجر منحوت من الوجهين ودبش من داخل سمك الحائط.

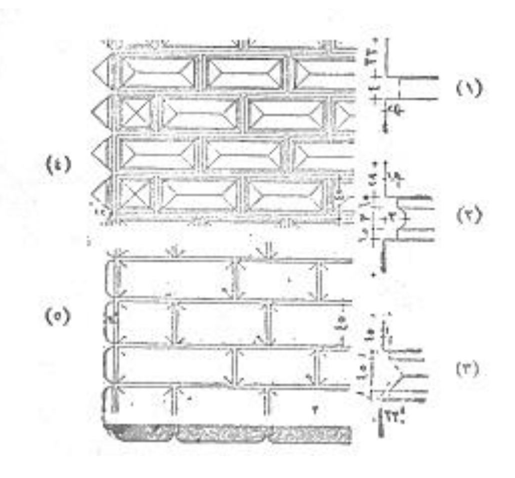
ج– مبان مكسوة بحجر منحوت من الخارج فقط ويكمل سمك الحائط بمباني الدبش أو الطوب.

د– مبان تعمل نواصيها والسفل والأربطة الرأسية والأفقية من حجر النحت ويبنى باقي الحائط بمباني الدبش أو الطوب.

أما عن أشكال أوجه الحجر الظاهرة المنحوتة فلها عدة أشكال أو أقسام يمكن أن نجملها فيما يلي:–

أ– حجر منحوت بوجه سادة وبدون تشكيل وهو إما أن يضرب بواسطة آلة تعرف بالزنبور ولذلك يسمى " حجر بوجه مزنبر" . ويمكن كذلك استعمال الشاحوطة في تهذيب وجه الحجر ويسمى في هذه الحالة

ممشطاً لأن سطحه يظهر به خطوط من تأثير سن الشاحوطة المماثلة لأسنان المشط كما ذكرنا سابقاً. وقد تعمل بالأحجار خطوط بواسطة الأزميل.. وقد تعمل بالأحجار تبويصة وهي البرواز المحدد لوجه الحجر. ويكون غاطساً عن سطح الحجر وقد تكون التبويصة على العدل كما نرى في "١" "شكل ٢٨٦" . أو مقعرة كما نرى في "٢" "شكل ٢٨٦" أو مشطوفة كما نرى في "٣" "شكل ٢٨٦". وتسمى هذه التبويصة



"شكل ٢٨٦" بعض أشكال أوجه الحجر وأشكال التبويصة ١–تبويصة عدلة ٢– تبويصة مقعرة ٣–تبويصة مشطوفة أو مثلونة

كذلك بالبراويز الغاطسة عن سطح الحجر والمحددة لواجهته إذا كان البرواز مشكلاً أو مقطوعاً على شكل حليات سواء كان غاطساً أو مشطوفاً أو به تنفيخ أو تقعير كما رأينا في الأمثلة السابقة. وقد يبوص الحجر المستوي السطح، وكذلك قد يعمل التبويص مع ترك وجه الحجر غشيماً كما اقتطع من المحجر وذلك ليكسبه شكلاً كنوع من الزخرفة

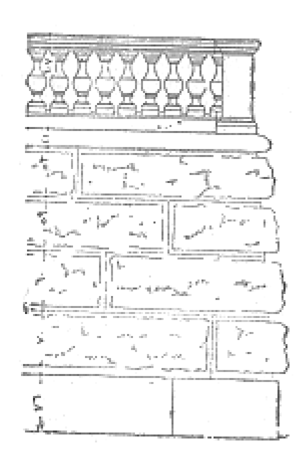
الطبيعية كما نرى في "شكل ٢٨٧" أو يعمل سطحه على شكل ميول تكسبه الشكل الهرمي أو شكل الجملون كما نرى في "٤ شكل ٢٨٦".

وفي بعض الأحوال تعمل استدارة بالأحرف "٥ شكل ٢٨٦" أو غيرها من الأشكال التي يقصد بها المهندس شكلاً زخرفياً خاصاً يتمشى مع التصميم الموضوع للبناء.

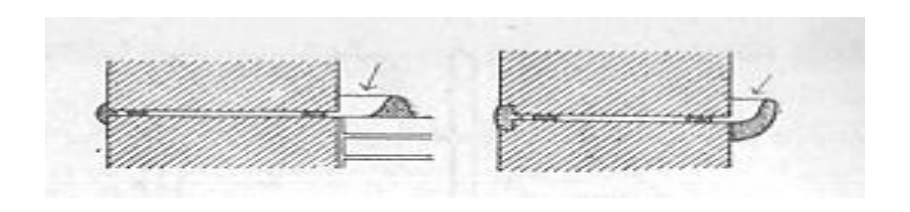
تثبيت الأحجار:

"أ" التثبيت بالمونة:

تثبت الأحجار بعضها مع بعض بواسطة المونة العادية كما رأينا في مباني الطوب. أما في بناء الأحجار الكبيرة التي لا يمكن معها التحكم في سمك المونة



"شكل ٢٨٧" بناء ترك به وجه الحجر غشيماً مع عمل تبويصة مستقيمة أو عدلة عند اللحامات



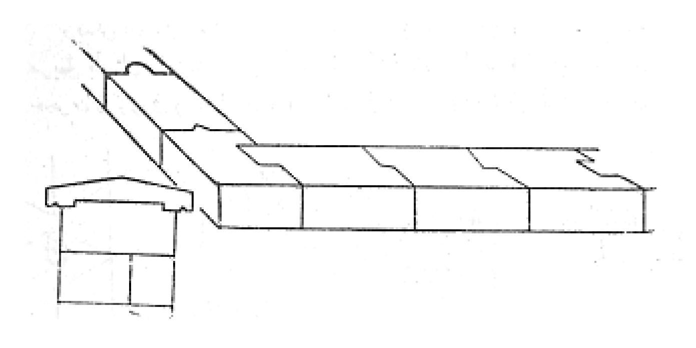
"شكل ٢٨٨" سقية المونة اللباني من الخارج

"شكل ٢٨٩" سقية المونة اللباني من

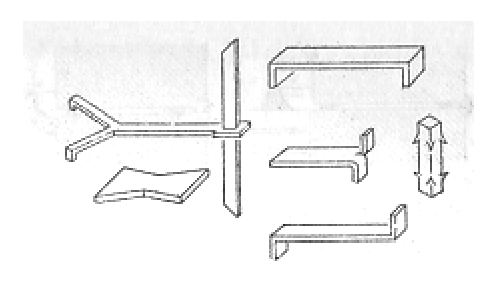
تحت الحجر عند تثبيته فيمكن أن توضع الأحجار في مكانها مع وضع قطع صغيرة من الأحجار في العراميس للتحكم في وضعها.. وبعد سد الجوانب من الخارج والداخل تعمل فتحة من الخارج وتزود بحافة من الجبس لتلقي المونة من الأسمنت اللباني التي تملأ العرموس "شكل ٢٨٨"، أو من الداخل إذا كان الحائط سميكاً ومن مواد غير متجانسة كما نرى في "شكل ٢٨٩".

(ب) التثبيت بالتعشيق:

وهناك عدة طرق لتثبيت الأحجار بالتعشيق لزيادة المتانة، وذلك بعمل ألسن تعشق في نقر بالحجر المجاور. ونرى في "شكل ٢٩٠" عدة طرق للتعشيق بين الأحجار كما نرى كذلك قطاعاً بنهاية سور يبين تركيبات طبان حجري بطريقة التعشيق.



"شكل ٢٩٠" طرق مختلفة للتثبيت الأفقي للأحجار بواسطة التعشيق كما نرى تعشيق الطبان بنهاية سور

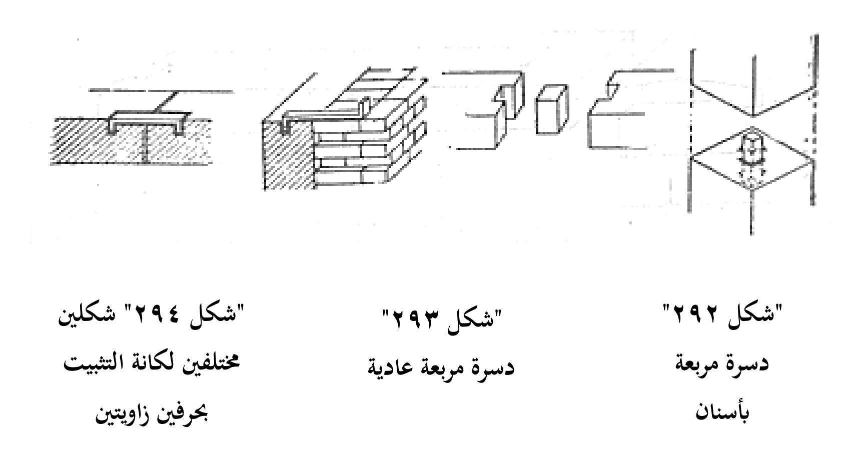


"شكل ٢٩١" كانات التثبيت على هيئة دسرة أو كانات "كلابة معدنية" مشكلة بأحرف زاوية أو جاوبط أو كلابة ذيل اليمامة على شكل الكانة الغنفارية

ج- التثبيت بواسطة كانات من الحديد أو من البرونز أو النحاس الأصفر وتكون بأشكال مختلفة، كما نرى في "شكل ٢٩١" وهي كدسرة مربعة ، أو كانات مشكلة حسب طبيعة الحجر واستعماله وبذلك يمكن ربط الحجرين ببعضهما من سطحهما العلوي على أن تكون شكل هذه الكانة غنفارياً، وقد تثبت في هذه الحالة بدون مادة لاصقة لأنها تكون تعشيقة مع الحجر. أو قد يكون شكل الكانات عادياً بحرفين زاوية، وفي هذه الحالة تلصق بصب الرصاص المنصهر السائل. كما أنه يجوز كذلك

الاستغناء عن الكانات ويعمل بدلها شقوق تصنع في كلا الحجرين ويصب فيها الرصاص المنصهر السائل للتثبيت إلا أن هذه الطريقة الأخيرة ضعيفة لضعف مادة الرصاص.

ويمكن أن نرى بعض أشكال التثبيت في "شكل ٢٩٢" بواسطة دسرة مربعة بأسنان لتعشيق حجر بآخر فوقه كما تستعمل الدسرة العادية لتعشيق حجرين كما نرى في "شكل ٢٩٣". ونرى في "شكل ٢٩٤" طريقتين مختلفتين



"شكل ٢٩٢" دسرة مربعة بأسنان

"شكل ٢٩٣" دسرة مربعة عادية

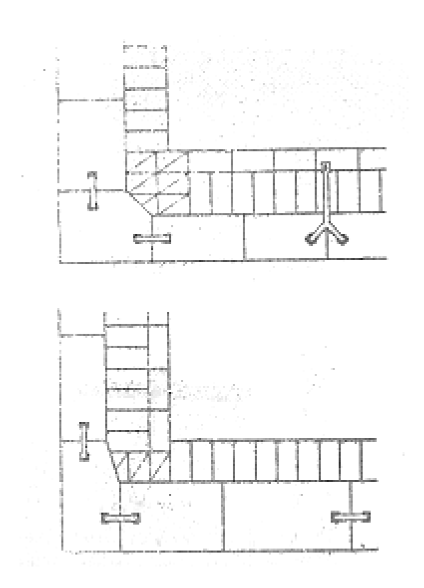
"شكل ٢٩٤" شكلين مختلفين لكانة التثبيت بحرفين زاويتين

لتثبيت الأحجار بعضها مع بعض أو مع مباني الطوب بواسطة الكانات المعدنية ذات الحرفين بزاويتين.

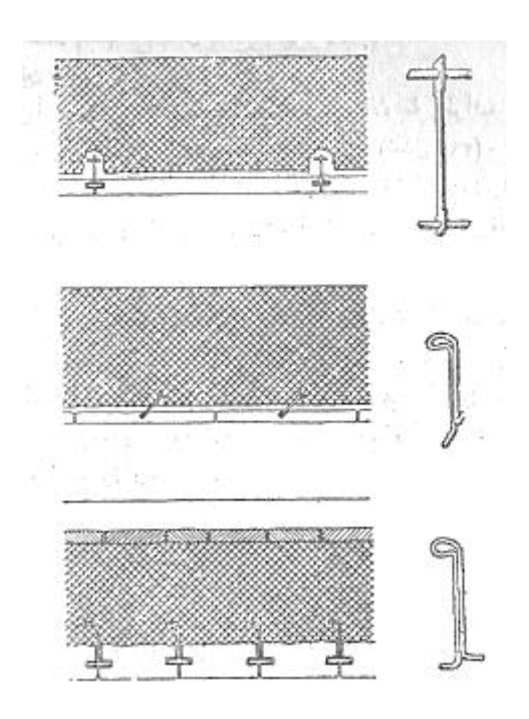
ويمكن أن نرى كذلك استعمال الكانات ذات الأربعة أطراف لتثبيت مداميك الأحجار المبطنة بالطوب بعضها مع بعض في "شكل ٢٩٥".

ويثبت الكساء الحجري على الحوائط المختلفة بواسطة الكانات غير الظاهرة بعدة طرق يشرح منها "شكل ٢٩٦" ثلاثة أشكال للكانات وطريقة تثبيتها مع الجاويط.

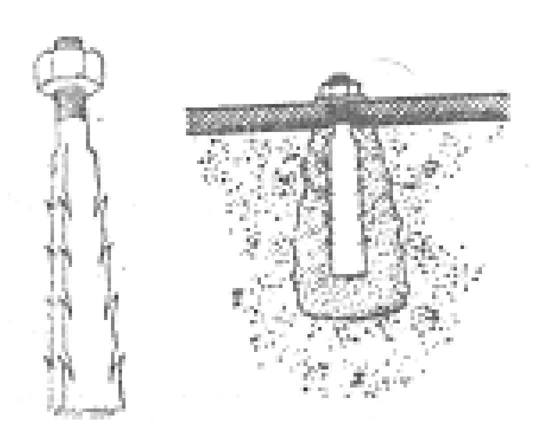
د- تثبيت الجاويط المعدني في الأحجار.. ويكون الجاويط على شكل قضيب مستطيل ينتهي طرفه بمتوازي مستطيلات بقطاع مربع ينتهي بقلاووظ وصمولة للتثبيت والطرف الآخر يكون مسنن أو على هيئة لسانين لتثبيته في الحجر بواسطة المونة أو مصهور الرصاص السائل. وبهذه الطريقة يمكن التثبيت بواسطة طريقة ظاهرة أو مختفية.



"شكل ٢٩٥" حائط ثبتت أحجاره مع بعضها بكانات التثبيت "الثنائية" بحرفين زاويتين كما ثبتت الأحجار مع مباني الطوب بكانات بأربعة أطراف



"شكل ٢٩٦" تثبيت الكساء الحجري على الحوائط بواسطة كانات غير ظاهرة



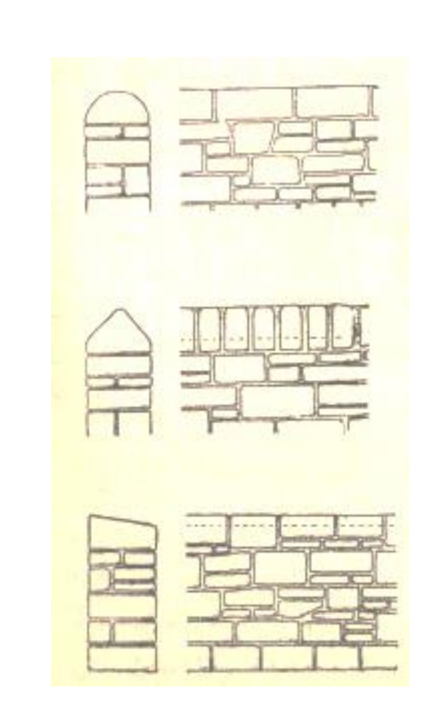
"شكل ٢٩٧" تثبيت الجاويط المعدني في الأحجار

الطيلسان لتغطية الأسوار:

وغالبا ما تحلى نهاية الأسوار بطيلسان لتغطيتها، وله أشكال بسيطة لا تخلو من الجمال لتناسبها مع البناء كنهاية تكمل تكوينه.

كما أن للطيلسانات فائدة أخرى، وهي أنها تحمي نهاية الجدار من العوامل الجوية خاصة مياه الأمطار، مما يدعو في غالب الأحوال إلى عمل زور على جانبي الطيلسان لتصريف المياه بعيداً عن الحائط.

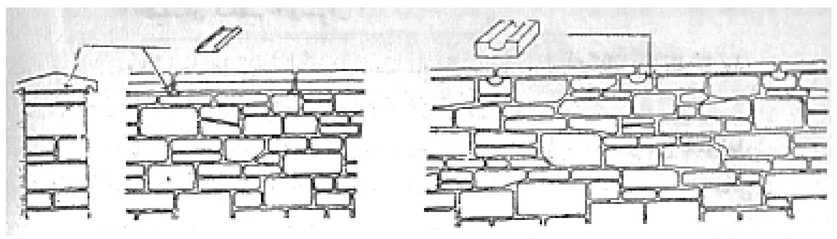
وهناك أنواع بسيطة للطيلسانات في الأسوار المبنية بالأحجار وتستعمل خاصة في البلاد الحارة التي تندر فيها الأمطار مثل الطيلسان المستوي والطيلسان المحدب "شكل ٢٩٨"، أو الطيلسان المهرم أو ما يسميه البعض سرج الحصان "شكل ٢٩٩". وكذلك الطيلسان المائل "شكل ٣٠٠". وإلى جوار هذه



" شكل ٢٩٨" طليسان محدب

"شكل ٢٩٩" طليسان مهرم

"شكل ٣٠٠" طليسان مائل



"شكل ٣٠١" طليسان
مستوي وبه مزاريب من الحجر
المنحوت لتصريف المياه

"شكل ٣٠٢" طليسان
مهرم وبه مزراب لتصريف
المياه

الأشكال فهناك ما يماثلها مع عمل زور لتصريف مياه الأمطار أو عمل حليات مختلفة –سواء كانت بسيطة أو معقدة– وتتمشى مع أسلوب البناء. كما أنه قد تعمل مادة عازلة للماء تحت الطيلسانات أو يكون الكساء الخارجي أو البياض من مادة عازلة في حد ذاتها.

وفي بناء الأسوار المجاورة للمنحدرات أو التي يكون بجوار أحد جوانبها رديم ويراد تصريف المياه التي تتكون بجوار أعلى الجدار فيعمل لذلك فتحات كمزاريب لتصريف المياه تحت نهايات قطع الأحجار التي تكون الطيلسانات، وعلى أن تكون هذه المزاريب من الأحجار المنحوتة كما نرى في "شكل ٣٠١" الذي يبين طيلسان مستوي فوق حائط واستعمل في مزاريب منحوتة من الحجر. أما المزاريب المعدنية فتراها في "شكل ٣٠٢" الذي يبين طيلسان مهرم وبه مزراب من صفائح معدنية لتصريف المياه.

رفع الأحجار:

هناك عدة طرق لرفع الأحجار وهي تختلف حسب نوع الحجر وقوة صلابته. فالأحجار الضعيفة يستعمل في رفعها الطرق العادية وتتلخص في :

أ- طريقة الربط بجنزير يحيط بالحجر ويمكن بواسطته رفع الحجر.

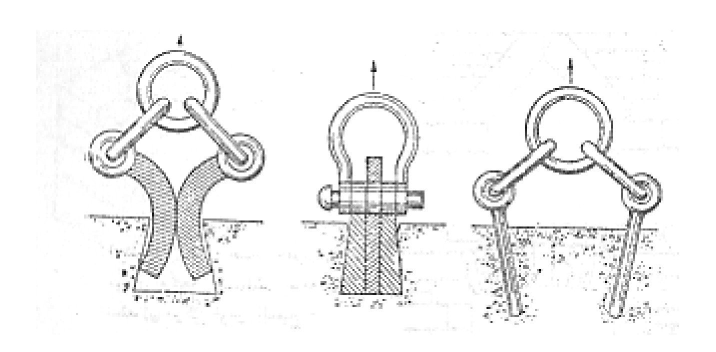
ب- طريقة الجنزير ذو الكباشات الذي يمكن بواسطته تثبيت الكباشات المثبتة بجنزير في الحجر بحيث إذا رفعت إلى أعلى تزيد من تثبيت الكباشات.

أما الأحجار الصلبة فيستعمل لرفعها طرق مختلفة نذكر منها:-

أ- طريقة الخابورين المائلين وتتلخص في عمل خابورين متصلين بحلقتين يثبتا في مشقبتين مائلتين بالسطح العلوي للحجر بحيث إذا شدت الحلقة الوسطى التي تربط الحلقتين المتصلتين بأعلى الخابور يتركز ضغط الخابورين على الجوانب الخارجية للمشقبتين ويساعد ذلك على التثبيت عند الرفع "شكل ٣٠٣".

ب- طريقة المشقبية ذات الجدران المائلة. ويوضع فيها ثلاثة ألسنة من خوص حديد بحيث يكون اللسانين الخارجيين مائلين مع ميل المشقبية إلى الخارج، ويصير تثبيتهما أولا ثم يوضع وسطهما اللسان الثالث فينطبق السطحين الخارجيين المائلين على سطحي المشقبية المائلين وبذلك يركز الضغط على جوانب السطحين المائلين إذا ما رفع الحجر بجذب الألسنة غلى أعلى كما نرى في ٢"شكل ٣٠٣".

جـ - طريقة الألسنة المائلة وهي تشابه الطريقة السابقة من حيث عمل مشقبية ذات سطحين مائلين على السطح العلوي للحجر بحيث إذا تثبت فيها لسانين من خوص حديدية مقوسة ومثبتة في حلقتين يربطهما ثالثة يمكن جذبها إلى أعلى لرفع الحجر بعد تركيز الضغط على الجوانب المائلة كما نرى في ٣ "شكل ٣٠٣".



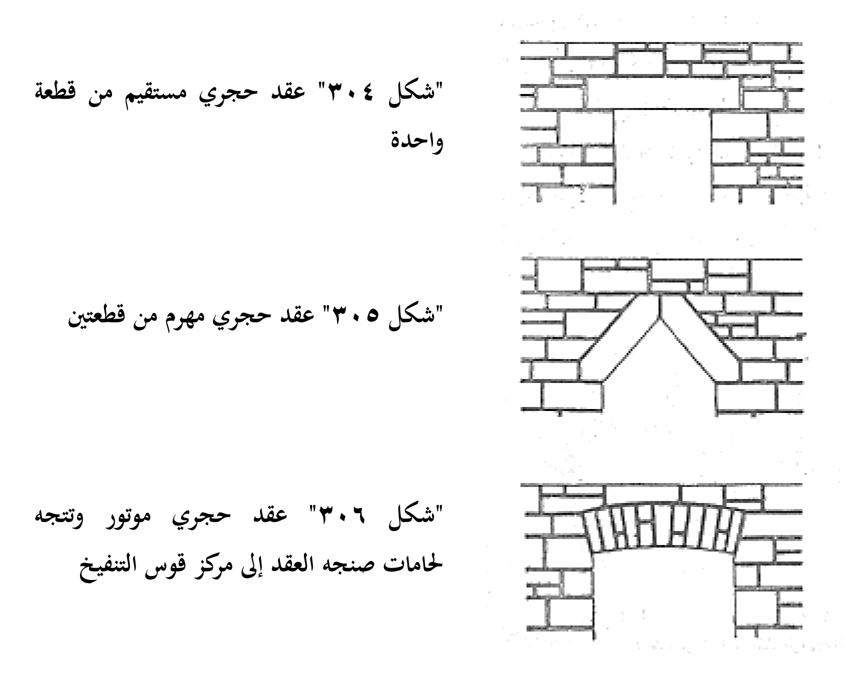
"شكل ٣٠٣" ثلاث طرق مختلفة لرفع الأحجار الصلبة

العقود بالمباني الحجرية :

العقود المبنية بالأحجار تماثل في طريقة رسمها وأشكالها المختلفة عقود الطوب السابق شرحها، وتستعمل لنفس الغرض وهو تغطية الفتحات مع توزيع الضغوط على الأكتاف، وإعطاء المنشأ شكلاً معمارياً خاصة.

وقد يبنى العقد من أحجار مهذبة تهذيباً خفيفاً مع ضغط أسطح اللحامات. أو يبنى من الأحجار المصنوعة صنجة على هيئة قصات تعشيق مع مداميك الحائط الأصلية ويكون عادة منحوتا نحتاً دقيقاً وتكون اللحامات متجهة نحو مراكز الأقواس المكونة لمنحنى البطنية أو تنفيخ العقد.

ويكون تنفيخ العقد المنحني وتجريده متوازيين في العقود العادية إلا أنه



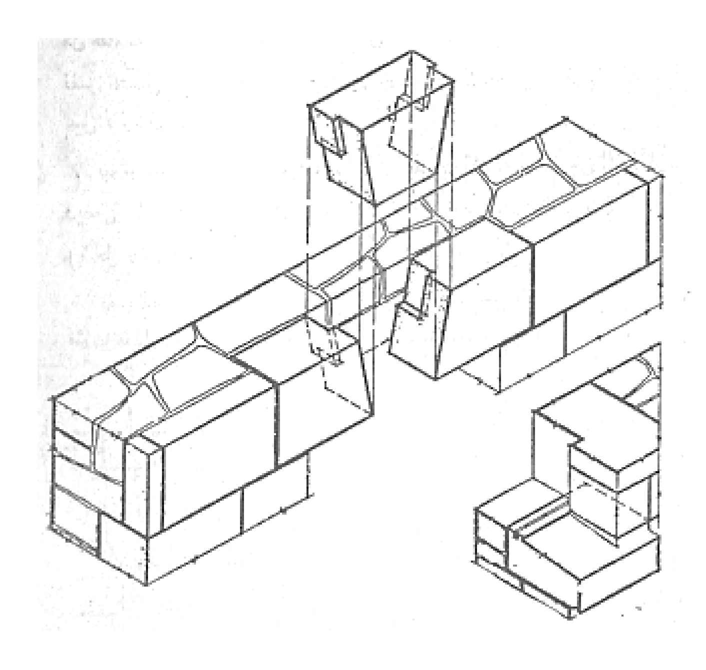
"شكل ٣٠٤" عقد حجري مستقيم من قطعة واحدة

"شكل ٣٠٥" عقد حجري مهرم من قطعتين

"شكل ٣٠٦" عقد حجري موتور وتتجه لحامات صنجه العقد إلى مركز قوس التنفيخ

في بعض الأحيان يكون منحنى التجريد غير مواز لمنحنى التنفيخ إذ يأخذ في الانفراج كلما قارب المفتاح. أو قد تعمل عكس ذلك فيأخذ منحنى التجريد في الانفراج كلما قارب خصر العقد أو رجل العقد التي يرتكز عليها خصر العقد.

وعند استعمال العقد الدائري بعمق ثابت أي يكون فيه التنفيخ والتجريد متوازيان نجد أنه مع الدوران يحدث فيه تقابلات مع المداميك الأفقية ينتج عنها زوايا حادة في الأحجار وهي غير مرغوبة لأن الأحجار لا يصح قطعها بزوايا حادة. ولذلك فيعمل الخط الخارجي بشكل مدرج ويكون بذلك تداخلا بين صنج العقد وأحجار المداميك المختلفة في العقد كما نرى في "شكل ٣١٥".



"شكل ٣٠٧" تشكيل مفتاح لتقوية الرباط كما يرى بالشكل تشكيل ميل جلسة الشباك الحجرية مع ميل لانزلاق المطر

إلا أن هذه القاعدة يمكن تنفيذها كذلك في بناء العقود المستوية والعقود الموتورة كذلك "شكل ٣٠٨، ٣٠٩".

وأما أشكال العقود الحجرية البسيطة فهي:–

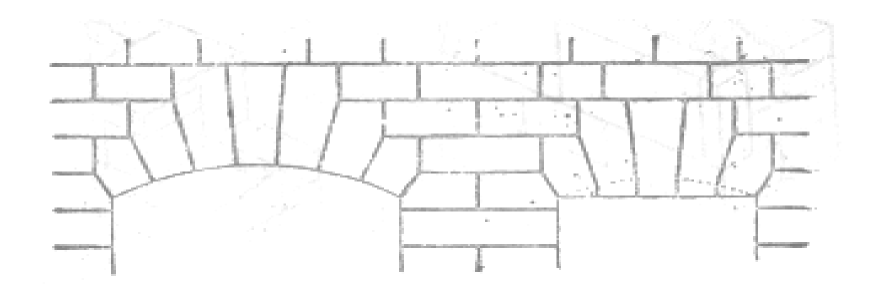
أ– العقد المستقيم أو المستوي ويكون عادة من قطعة واحدة من الحجر إلا أنه لا يصح أن يزيد عرض الفتحة عن متر واحد "شكل ٣٠٤". ولتخفيف الحمل على العتب المستقيم فقد يعمل فوقه عقد تنفيسي أو تخفيف "شكل ٣١٤". وقد يبنى العقد المستقيم من ثلاث قطع

من الأحجار– الوسطى منها هي المفتاح الذي يمكن تشكيله بألسنة لتقوية الرباط "شكل ٣٠٧".

وقد يحتاج الأمر إلى تقوية العقود بعمل كمرات جوار العقود تمكنها من مقاومة الحمل الواقع عليها كما نرى في الجزء الواقع خلق مفتاح العقد في نفس الشكل. ونرى كذلك جزءاً من جلسة الشباك الحجرية وطريقة تشكيلها بميل لانزلاق مياه المطر.

ب– العقد المهرم وقد عرف في المباني المصرية القديمة المبنية من الأحجار. ويعمل عادة من قطعتين من الحجر تكون مع الوتر شكل مثلث، كما نرى في "شكل ٣٠٥".

ج – العقد الموتور ذي الصنج المتجهة لحاماتها نحو نقطة توزيع على رأس مثلث متساوي الأضلاع مقلوب الوضع وقاعدته مستقيم يساوي الوتر وواصل



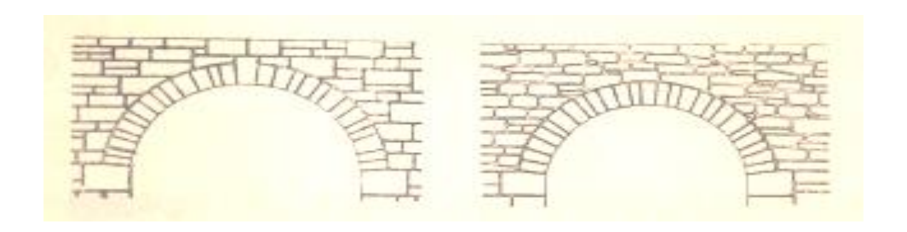
"شكل ٣٠٨" ارتفاع سطح بطنيه العقد عن مستوى المدماك بالمباني

"شكل ٣٠٩" عقد موتور نهايته العليا في مستوى احد المداميك

بين طريقة التنفيخ أو خط منحنى بطنية العقد، أو قد تنتخب نقطة التوزيع حسب التصميم المعماري "شكل ٣٠٦".

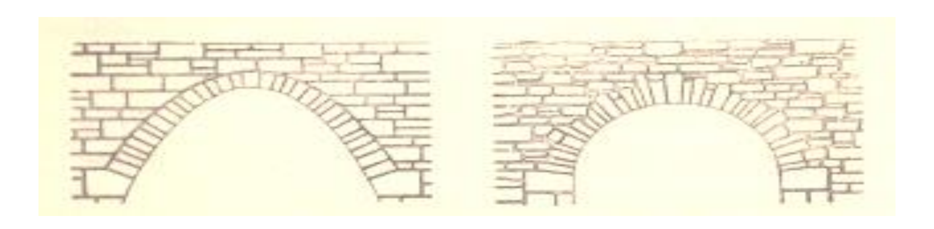
د- العقد النصف دائري وقد يكون متوازي التنفيخ والتجريد وبدون مفتاح "شكل ٣١٠" ، أو يكون متواري التنفيخ والتجريد ولكن له مفتاح "شكل ٣١١"، أو يكون غير منتظم التجريد حسب طبيعة الأحجار الغشيمة التي تستعمل في بناء صنج العقد "شكل ٣١٢"، أو يكون غير متوازي التنفيخ والتجريد ويأخذ التجريد في الانفراج كلما قارب حرف العقد كما سبق أن شرحنا، وقد يبنى هذا النوع من العقود بشكل نصف دائري أو بيضاوي "شكل ٣١٣".

ويلاحظ في عمل العقود المستقيمة أن يكون بها تصنيمة خفيفة في منتصفها وذلك كي تساعد على حفظ أفقية العقد عند "تربيح " البناء وتوضح أشكال



"شكل ٣١٠" عقد متوازي
التفانيخ والتجريد وبدون مفتاح

"شكل ٣١١" عقد متوازي
التفنخ والتجريد وله مفتاح بارز
عن التجريد



"شكل ٣١٢" عقد غير منظم
التجريد وله مفتاح بارز عن
التجريد

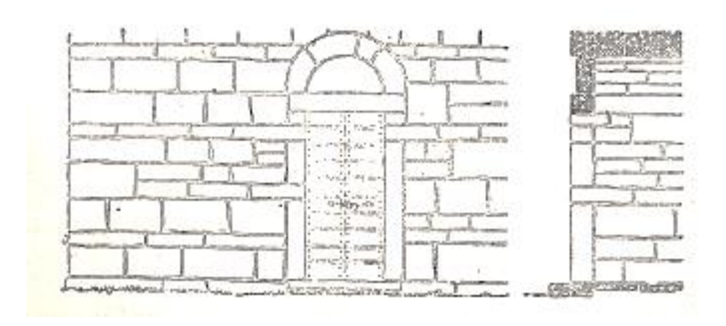
"شكل ٣١٣" عقد بيضاوي
يفرج فيه التجريد كلما قارب
حرف العقد

٣٠٨، ٣٠٩، طرق مختلفة للحامات الصنج في العقد المستقيم والعقد الموتور ونلاحظ أنه يمكن أن يكون سطح بطنية العقد مرتفعاً عن مستوى مدماك من مداميك الحائط، أو يكون سطح بطنية العقد في مستوى المدماك بالحائط.

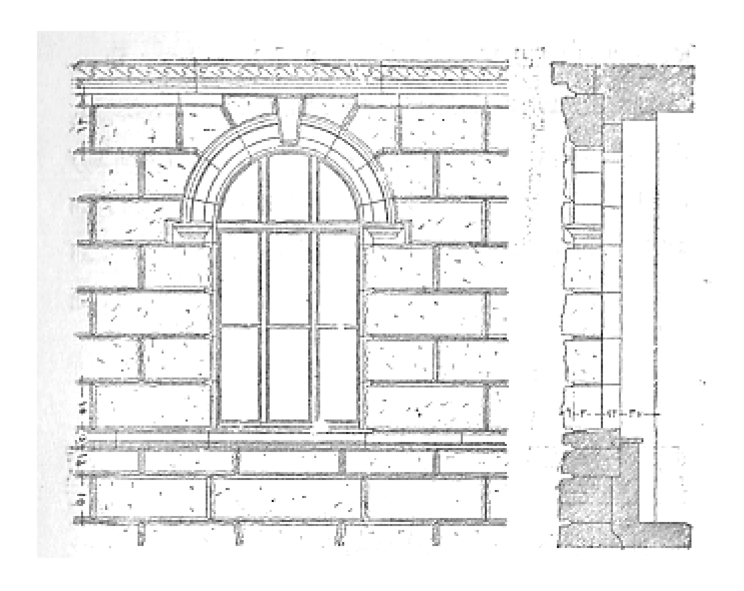
وكذلك في العقد المسطح "شكل ٣٠٨" نرى ارتفاع سطح بطنية العقد عن مستوى المدماك بالمباني، كما أن النهاية العليا لخصر العقد في مستوى أحد مداميك الحائط ويليها الصنج والمفتاح في مستوى المدماك التالي.

كما أن العقد الموتور "شكل ٣٠٩" نجد فيه أن النهاية العليا لخصر العقد في مستوى أحد مداميك الحائط ويليها الصنجة التالية في مستوى المدماك التالي ثم الصنج التي تليها مع المفتاح في مستوى المدماك الذي يليه. أي أن منحنى تجريد العقدين الأخيرين مربوط أسطح لحامات الصنج فيها بما يعلوها من البناء بأسطح أفقية ورأسية بتدريج نهايات الصنج

العلوية مما يؤدي إلى تماسك صنج العقد مع مداميك البناء لزيادة التقوية كما أنه لا يخلو من الجمال.



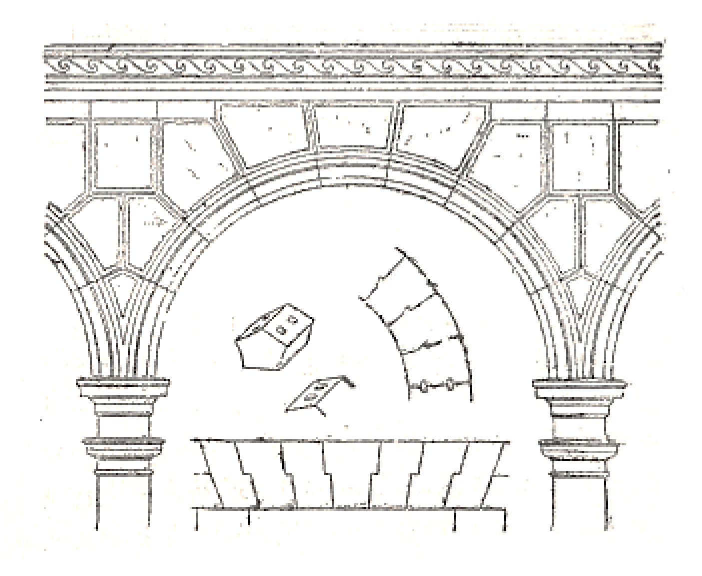
"شكل ٣١٤" واجهة وقطاع لباب فوقه عقد حجري مستقيم عليه عقد نصف دائري للتخفيف



"شكل ٣١٥" واجهة وقطاع لحائط به فتحة شباك بعقد نصف دائري بصنج مدرجة

ونرى في "شكل ٣١٥" واجهة وقطاع يشرح بناء فتحة شباك بعقد نصف دائري على الأساس السابق بتدريج الصنج، كما ترى في "شكل

٣١٦" عقد نصف دائري محمل على عمودين على نفس الأساس السابق ونرى في نفس الشكل جزءاً من جنزير عقد نصف دائري تتجه لحامات صنجه إلى المركز، إلا أنه يوضح كذلك طريقة تزرير الصنج بعضها ببعض في العقد النصف دائري، كما يمكن عمل كوابل أو ألسنة لرباط لحامات الصنج. وفي أسفل الرسم عقد مستقيم وتتجه لحامات صنجه إلى رأس مثلث متساوي الأضلاع مقلوب الوضع، وقاعدته هي سطح بطنية العقد، وقد عملت اللحامات في هذه الصنج من سطحين يبعد أحدهما عن الآخر بمقدار بسيط حوالي ٣ سم كي يزيد من تماسك لحامات الصنج، كما يعطي شكلا خاصاً يتناسب مع الطراز المعماري المطلوب ونلاحظ أن هذه الطريقة لربط الصنج وطريقة تزرير الصنج بعضها ببعض قد استعملت بأشكال مختلفة في العمارة العربية لربط الصنج الرأسية للحامات أو المائلة لتضمن عدم انزلاق الصنج بعضها على بعض مع تحديد شكل زخرفي يتناسب مع العمارة العربية.



"شكل ٣١٦" عقد نصف دائري بصنج مدرجة محمل على عمودين، كما يوضح الرسم الصغير بداخله طريقة تزرير الصنج في عقد نصف دائري وعقد مستقيم تتجه لحامات صنجه إلى رأس مثلث متساوي الأضلاع



أهم المراجع الأجنبية

1- Alexanderr Badawy: Vaults and domes in the Giza Necropolis, in 'Abou-Bakr, Excavations at Giza'.

2- Alexanderr Badawy: A history of Egyptian Architecture.

3- Charles George Ramsey: Architectural Grarhic standards.

4- Charles Mitchell: Building Construction.

5- Chassinat: Le Temple d' Edfou.

6- De Morgan: Fouilles a'Dahebour . Marc. Juin, 1894.

7- Erman Grapou: Worterbucb der Agyptischerr Sprache.

8- Flinders Petrie: Egyptian Architecture.

9- Flinders Petre: Kabun, Gurob and Hawara.

10- Flinders Petre: The labyrinth, Gerzeh and Mazghuneh.

11- Flinder Petre: Tarkhan, 1.

1- Friedrich Hess: Konstruktion und Form im Bauen.

14- Gardener: Egyptian grammer.

15- G, Galassi: Tehenu, Milano.

16- G. Jequier: Manuel D' archeology Egyptienne.

17- Kay: the modern building Encyclopedia.

18- Me Kay: Building Construction.

19- Hammad: Die Eutwicklung des agyptischen Houses.

20- Hammad: Die" Weisse Mauerr" "service des antiquites de l' Egyqte, t. L111'".

21- Heinrich Sehmitt: Hochbaukonstruktion.

22- Holscber: Des hole Tor von Medinet Haw.

23- Martin Mittag: Bau-Konstruktionslehre.

24- Neuberry: Rekhmara.

25- Neufert: Die neue Baventwurfslehre.

26- Quibell: Hirakonpolis.

27- Rivington's Notes : Building Construction.

28- Schafer: Von Agyptischer Kunst.

29- Somers Clarke: Ancient Egyptian masonary.

30- Vriend: Bouwen, Amsterdam.

31- Ward&Vollor: The new Buildere' Handbook.

32- Walter R.Jaggard: Architectural Building Construction.



الفهرس